

中文摘要

摘要：随着社会经济的不断发展，铁路的客货运量、运输密度、运输生产率不断提高，但是近几年铁路的运营利润增长缓慢，甚至出现过负增长。若分别以生产经营指标和经济效益指标评价铁路运营状况，得到的结论不同，甚至出现悖论，无法判断铁路运营是否有效，因此本文结合生产经营和经济效益两方面，从生产经营与经济效益是否匹配的角度出发，对铁路运营有效性进行评价。

本文首先分析了国内外研究现状，说明了铁路客货运营系统有效性评价的重要意义。论文概述了应用模糊评价方法和 DEA 方法进行有效性评价的实施步骤；在分析现行铁路运输统计指标的基础上，分别建立了铁路客、货运营系统的生产经营和经济效益评价指标体系，并运用模糊综合评价方法对评价指标进行了筛选，形成了可用于评价铁路运营系统有效性的指标体系；以生产经营指标为输入，经济效益指标为输出，应用 DEA 方法对铁路客、货运营系统的有效性进行了评价，并对评价结果进行了分析；结合铁路客货运营状况提出了可操作的政策建议。

关键词：铁路旅客运营系统；铁路货物运营系统；数据包络分析；模糊综合评价；指标体系；有效性评价；

ABSTRACT

ABSTRACT: As the developing of society economy, the productivity of railroad transportation, the passenger's turnover quantity, freight turnover quantity and the density of transportation is raised constantly, but the benefit of railroad was raised lowly, even had be raised negatively. The paradox has appeared while investigating the result of operation of the railroad with productive indices and benefits indices, the efficiency of railroad operation system could not be judgment. So this paper combined productive management and economic benefits, with judging the matching of productive management and economic benefits, to carrying on researching to the efficiency of railroad passenger transportation and freight transportation operation system.

First this paper analyzed the current research situation both at home and abroad, and explained the important meaning on the efficiency evaluation of the railroad passenger and freight transportation operation; The paper summarized the step of using the efficiency evaluation method and DEA method to carry on efficiency evaluation; On the basis of analyzing the statistic index in current railroad transportation, it set up the management and economic index system of railroad passenger and freight transportation operation system separately, and used the efficiency evaluation method to screen to the index to build the index system that can be used in evaluating the efficiency of the railroad operation system; it used DEA method, which regarded management index as input and the economic index as output, to appraised to the efficiency of the railroad passenger and freight transportation operation system, and the result.; And then, it put forward the operated policy advice, according to the operation state of the railroad passenger and freight transportation.

KEYWORDS: Railroad passenger transportation system; Railroad freight transportation system; Fuzzy comprehensive evaluation; Indices system; efficiency evaluation

致谢

本论文的工作是在我的导师姜秀山副教授的悉心指导下完成，论文不仅融合了我两年中学习和探索的心得，更是凝结了恩师姜秀山副教授的大量心血。她严谨的治学态度、渊博的学识、透彻精辟的见解、谦逊扎实的工作作风和实事求是的科学态度，在我硕士学习生活中产生了深刻而久远的影响，时时激励我刻苦学习、认真钻研。在论文完成之际，向尊敬的导师姜秀山副教授表示我衷心地感谢和深深的谢意！

在论文撰写过程中得到了吕永波教授和关伟教授的帮助，他们在百忙之中给我提出了很多宝贵的建议，在这里我要向他们表示感谢！

本文所完成的工作是建立在许许多多前人的研究成果之上，包含了他们所做工作和积累的经验，没有他们的卓越贡献，也就没有本文的产生。借此机会对文中提及或未提及的研究者们深表感谢！

还有我的同学、朋友、师妹李习凤，也在我论文撰写期间给予我无私的帮助和支持，使我受益匪浅，能够顺利地完成论文。

另外也感谢我的父母，他们的理解和支持使我能够在学校专心完成我的学业。借此机会，还要感谢在百忙之中抽出宝贵时间对本论文进行评审的各位老师。

1 绪论

1.1 问题的提出

2006年全国铁路客货运量、运输收入、运输生产等铁路生产经营指标在连续三年大幅度增长的高起点上再创历史新高。旅客周转量、货物发送量、换算周转量、运输密度位居世界第一,以占世界铁路6%的营业里程,完成了世界铁路约四分之一的换算周转量。这些骄人的成绩使我国铁路运营达到了一个新的里程碑,体现了我国铁路运营发展的光辉历程。但是纵观我国铁路运营利润统计指标则不尽如人意,1990年我国铁路运营利润达到了113.1亿元,1994年运营首次出现亏损,1995年达到亏损的最大值-64.4亿元。近几年铁路运营状况有所好转,在2006年铁路全年的运营利润达到近年来最高的78亿元。这一系列数据说明虽然目前铁路生产经营的统计指标数据不断增长,运营成果喜人,但是铁路运输效益低下的问题仍未从根本上解决。

从现行统计指标的数据来看,铁路运营生产率在不断提高,而铁路运营的效益却一直低下,以不同指标评价铁路运营成果时出现了悖论,无法做出铁路运营是否有效的判断。而目前对铁路运营产出有效性的研究较少,既有的研究也仅从单方面分析了铁路运输经营状况或经济效益状况。因此,本文结合铁路的运营的生产经营与经济效益,对运营的有效性进行研究。

1.2 国内外研究现状

1.2.1 国外研究现状

有效性评价可以广义的理解为通过多指标对系统运行状况进行评价。国外在这方面的研究和应用可以追溯到上世纪30年代,针对美国的经济大萧条所执行的“新分配”(New Deal)计划,当时的经济评价只是少数人的行为。此后,传统的评价方法,尤其是费用效益分析逐渐在美国的水利和铁路等公共工程领域得到应用和发展。现代的评价方法研究开始于20世纪50年代中期,R. D. Luce提出了对有限方案进行排序的字典方法,其间专家评分法开始应用于系统综合评价,在定量和定性分析的基础上,以打分的形式做出定量的规范化评价,其结果具有很强的数据统计特征。此外,随着Aunann于1964年针对多目标的综合评价(决策)问

题，提出了效用函数的概念之后，西方项目评价方法在传统的费用效益分析方法的基础上得到了迅速发展，形成了“新方法论”。许多经济学家从理论研究到实际应用中探讨了不同的系统评价方法，形成了许多个人成果和以国际经济组织为名的评价方法：

(1) 层次分析法

20世纪70年代中期，美国著名运筹学家、匹兹堡大学教授T.L.Saaty提出了具有划时代意义的层次分析法（Analytical Hierarchy Process, AHP），该方法突出地反映了思维方式的递阶层次结构特点。在实际处理过程中，往往将复杂问题分解综合成递阶层次结构，高层对低层起支配作用。每一层次都要通过两两比较导出该层因素的相对权重，最后通过层次间的递阶关系得到方案对于总目标的相对权重。这种方法可以将一些量化困难的定性问题在严格数学运算基础上定量化；将一些定量、定性混杂的问题综合为统一整体进行综合分析；并可以对定性——定量转换、综合计量等过程中人们所作判断的一致性程度等，进行科学的检验。该方法求解问题的整个过程体现了人类思维的基本特征：分解——判断——综合，使人们对复杂问题的判断和决策过程得以系统化和数量化。

(2) 因子分析法

因子分析（Factor Analysis）是主成份分析的推广，也是多元统计分析的一个重要分支，因子分析是在为数众多的因素中，不损失或很少损失原有信息的基础上，把原来多个彼此相关的因素转化为少数几个独立的、能综合反映原有信息的综合指标的一种方法。因子分析是通过研究众多变量之间的内部依赖关系，探求观测数据中的基本结构；并用少数几个假想变量来表示基本的数据结构，这些假想变量能够反映原来众多的观测变量所代表的主要信息；并解释这些观测变量之间的依存关系。因子分析法是主成分分析的推广和发展，它是将具有复杂关系的变量或样品综合为数量较少的几个因子，以再现原始变量与因子之间的相互关系，同时根据不同因子还可以对变量进行分类。

(3) 模糊综合评价法

模糊数学是本世纪60年代美国科学家扎德（L.A.Zadeh）教授创立的，是针对现实中大量的经济现象具有模糊性而设计的一种评价模型和方法，在应用实践中得到有关专家的不断改进。模糊综合评价是以模糊数学为基础，应用模糊关系合成的原理将一些边界不清且不易定量的因素定量化，进行综合评价的一种方法。模糊综合评价主要分为主观指标模糊评判和客观指标模糊评价。该方法对数据的要求较低且计算量小，适用于对不确定性问题的研究如风险控制等。

(4) 数据包络分析方法

1978年，美国Texas大学著名运筹学家A.Charnes教授、W.W.Cooper教授和

E. Rhodes 教授将经济学家 Farrell^[6]于 1957 年对于单输出/单输入的有效性度量方法推广到多输出/多输入的情况下,首先提出了数据包络分析方法(Data Envelopment Analysis, DEA)的第一个模型—— C_2R 模型^[31]。DEA 方法不仅丰富了微观经济中的生产函数理论及其应用技术,同时在避免主观因素,简化算法,减少误差等方面有着不可低估的优越性。DEA 方法可以用来处理具有多个投入尤其是具有多个产出的决策单元相对有效性的测算与评价问题,评价时不必考虑输入输出之间的相互关系。即使每个输入都关联到一个或多个输出,输入输出之间确实存在某种关系,也不必确定这种关系的显示表达式。对决策单元的进行评价时,所评价的决策单元中的多个输入、输出指标必须是具体量化的数据,允许量纲不统一。

(5) BP神经网络方法

1982 年,有关神经网络的“Hopfield”模型理论的发表。1986 年 Rumelhart, Hinton 和 Wilianms 完整而简洁地提出一种 ANN 的误差反向传播算法,简称 BP(Back Propagation) 算法,用于研究多层网络中隐含单元连接权的学习问题。BP 模型是一种有指导训练的模型,其结构一般为三层,即输入层、隐层和输出层。它是靠调节各层与层之间节点的连接权使网络“记忆”各训练组(样本),每一训练组由输入和输出对组成,执行优化的基本方法是梯度下降法。它通过大量训练组的学习,自适应地获得输入与输出的高度非线性映射关系,对确定型因果关系有很强的自适应识别能力。

(6) 基于小波网络的模式识别法

小波分析的发展历史最早可追溯到 1910 年 Alfred Haar 所提出的 Haar 系,这是最简单的正交小波函数。与现代的小波分析有关的主要工作有,1964 年,Calderon 在奇异积分算子的研究中提出了使用平移与膨胀的方法。模式识别法是在统一的指标类型基础上,利用评价指标的无量纲数据,通过小波网络的学习得到专家知识,建立由评价指标属性值到综合评价价值之间的非线性映射关系。在对其它类似问题进行评价时,只需输入待评价对象的指标数据向量,即可通过网络计算得到其综合评价价值,从而达到自动运行快速评价及决策支持的目的。

除了上面提到的几种评价方法外,常见的系统评价的方法还包括距离综合评价法、协商评价法、动态综合评价法、立体综合评价法等。

1.2.2 国内研究现状

国内对系统评价的理论方法提出的较少,本文主要结合系统评价的方法在我国的应用进行介绍。

灰色系统理论是 1980 年由我国著名学者邓聚龙教授提出并发展起来的。他在

北荷兰出版公司系统控制通讯上发表的《The Control Problem Of Grey System》，是关于灰色系统理论的第一篇论文，引起了国内外学者的高度重视，这标志着灰色系统理论的诞生。此后邓聚龙教授的多部论著问世，奠定了灰色系统理论的基础。灰色系统理论认为人们对客观事物的认识具有广泛的灰色性，即信息的不完全性和不确定性，因而由客观事物所形成的是一种灰色系统，即部分信息已知部分信息未知的系统。比如社会系统、经济系统、生态系统等都可以看作是灰色系统，可以借助于灰色系统的相关理论来研究综合评价问题。灰色关联度法是应用灰色关联分析并通过判断比较序列与参考序列的关联度的大小，对比较序列进行排序。苏帆在《我国铁路货物运输发展的灰色关联分析》^[7]运用灰色系统理论的灰色关联分析方法，对我国铁路货运的发展及其影响因素进行了系统分析。

任民在《我国铁路网运营的相对有效性评价分析》^[8]提出了对铁路运营路网的经济效益进行评价的方法，采用数据包络分析有效性模型，对路网运营的有效性进行评价，从而反映路网运营的有效性。

崔雪松在《基于神经网络的企业经济效益评价方法》^[9]中介绍企业经济效益评价考核建立模型的原理是：将被评价企业经济效益的各方面业绩指标作为 BP 网络模型的输入向量，评价结果作为模型的输出。用足够多的成功评价样本训练网络，使网络记住各指标的权重、企业的业绩、完成情况优劣等。

武旭在《铁路运输经济预警系统的研究》^[10]中分析铁路运输经济的影响因素，利用 BP 神经网络预测铁路运输经济预警指标的值，对铁路经济预警系统进行了实用和考核。

目前我国铁路运营分析多采用指标影响因素分析方法^{[11][12]}，对总量指标(总指标)进行因素分析，从相对数和绝对数两个方面分析因素指标的变动对总指标影响的程度。郎茂祥等在《铁路货运总收入与运营指标关系的研究》^[13]中分析研究铁路运营指标与全路货运收入的关系的基础上，利用因素影响分析理论，分析运输组织工作中的成绩与不足，从而有利于改善运输组织与管理，以提高铁路运输业的经济效益。

朱晓立，叶峻青在《1990~2001 年我国铁路运输效率的综合评价》^[14]中通过分析因子分析原理，选取收入利润率等八项指标，以 1990—2001 年统计指标作为综合评价的原始样本，建立因子分析模型，并根据综合得分对铁路运输效率进行综合评价。

1.2.3 国内外研究现状的评述

目前系统评价的方法都存在不同程度的缺点。例如，AHP方法从建立层次结构模型到构造两两比较判断矩阵过程中主观因素的作用较大。该方法容易受人为主观因素的影响，夸大或降低某些指标的作用，使评价结果产生较大的主观随意性，不能完全真实地反映客观事物之间的现实联系；主成分分析法中对指标赋予的权重是一种信息量权重，它只是表征该指标所包含被评价对象分辨信息多少的量。当某项指标所包含的分辨信息越多时，其权重就越大，当其包含的信息越少时，其指标权重就越小。虽然该方法可以克服主观因素的不利影响，减轻计算工作量，但是，由于没有考虑到指标本身的相对重要性，更容易忽视评价者的主观信息；模糊综合评价是对常规多指标评价方法的一种改进，它具有较强的把定性指标量化的能力。然而，模糊综合评价的基础问题就是隶属函数的建立，而由于不同评价者对问题认识的不同，建立的隶属函数是不同的，因此，得出的结论也存在着差异，这是模糊综合评价最大的缺点；DEA有效性评价最大的特点就是可运用在多投入多产出系统中，但采用DEA方法进行系统有效性评价时，指标体系的科学建立是评价工作成功的关键。这说明使用单一的模型和方法对系统评价时结果会存在着偏差。

我国铁路运营生产成果与效率的研究显示出以下缺点：对铁路运营的评价不够全面，没有综合生产经营和经济效益两个方面对铁路运营的效果进行评价；评价指标体系的建立较为主观没有对指标体系的建立提出合理的解释；有些方法从指标对总量的影响出发，进行单指标分析，无法对整个运营系统的运营效果进行评价，评价方法比较片面。

综合了上述问题，本文对铁路客货运营有效性的评价选用不同的评价方法分别进行指标的筛选和有效性评价，同时考虑生产经营和经济效益两个方面，对铁路运营状况进行有效性评价。

1.3 基本概念的界定

1.3.1 铁路运营系统

铁路是国民经济的大动脉，是综合交通运输网的骨干，对国民经济发展有着极其重要的作用。铁路运输是一个由车、机、工、电、辆、人等要素组成的一个庞大系统，承担着全国大部分旅客和货物的运输任务，其直接产品是旅客和货物的安全位移。其生存和发展的使命是充分利用相关资源，实现安全、高效、快捷

人流和物流，从而在高效满足社会需求的前提下实现自身的效益。

铁路运营系统是铁路运输系统的一部分，铁路运营过程就是以一定的行车组织方式达到铁路旅客和货物空间位移，从而形成经济效益的过程。

1.3.2 铁路运营指标体系

铁路的运营生产情况复杂，生产过程具有高度的连续性和协作性。因此，要想把握住铁路运营的生产和经营效果就必须设计出反映其经营状况的指标。单独的指标无法反映出整个铁路运营的全貌，只有通过建立科学的指标体系，才能从根本上把握铁路运营的实际状况。本文对铁路客货运营系统指标体系的建立，是在参考铁路运输统计指标的基础上完成的。

1.4 论文的基本结构及创新

1.4.1 本文的基本结构

文章基本结构如下：

第一章，绪论。从铁路运营系统存在的问题出发，综述国内外研究现状，界定了论文中所涉及的基本概念，构架论文的研究内容和思路。

第二章，有效性评价相关理论及模型。在概述数据包络分析和模糊综合评价理论和模型的基础上，介绍了应用模糊综合评价和数据包络分析进行有效性评价的实施步骤，为铁路客货运营系统的有效性评价提供基础。

第三章，基于模糊综合评价的指标筛选。在借鉴铁路运输统计指标设置的基础上，从生产经营和经济效益两方面分别建立铁路客货运营指标体系，运用模糊综合评价方法对指标进行筛选，形成用于评价铁路客货运营有效性的输入输出指标体系。

第四章，铁路旅客运营系统有效性评价。运用 DEA 方法，选择一段时间序列 1993 年—2005 年作为决策单元进行有效性评价，通过有效性模型的求解，得出评价结果并进行分析。

第五章，铁路货物运营系统的有效性评价。以铁路货物运营系统的生产经营指标为输入，经济效益指标为输出，运用 DEA 方法，评价 1993 年—2005 年铁路货物运营系统各年的相对有效性，最后分析评价结果。

第六章，提高铁路客货运营有效性的政策建议。结合铁路客货运营状况，提出了提高铁路客货运营有效性的政策建议。

第七章，结论与展望。主要是对全文内容进行总结和概括，并对今后的研究提出展望。

1.4.2 本文的主要创新点

1. 本文结合铁路客货运营系统的生产经营指标和经济效益指标，对铁路运营系统的有效性进行评价，从结构化的角度分析铁路运营的有效程度。

2. 应用模糊综合评价方法对铁路客货运营系统指标体系进行筛选，形成用于评价客货运营系统有效性的输入输出指标。

3. 运用 DEA 方法对铁路客货运营系统的有效性进行评价，通过评价结果的分析得出结论，运营是否有效的判断需要结合生产经营与经济效益两方面，不能仅以指标数据的增长为依据。

1.5 本章小结

本章针对铁路运营中存在的问题和国内外现状的研究，提出了本文的研究意义，界定了一些基本概念，构架了论文的整体思路和内容，指出了本文的创新之处。

2 有效性评价相关理论及模型

结合国内外现状的分析,选择了用于评价铁路客货运营有效性的模型和方法。本章通过对模型和方法的介绍,对模型应用的具体步骤进行介绍,为铁路客货运营有效性的评价提供了基础。

2.1 数据包络分析方法

2.1.1 数据包络分析的理论

数据包络分析(Data Envelopment Analysis, DEA)是著名运筹学家 A. Charnes, W. W. Cooper 等人提出的一种有效性评价方法^[3]。它把单输入单输出的工程有效性概念推广到多输入多输出同类决策单元的有效性评价中去。这不仅丰富了微观经济中的生产函数理论及其应用技术,同时在避免主观因素,简化算法,减少误差等方面有着不可低估的优越性。DEA 方法一出现就以其独有的特点和优势受到人们的重视,不论在理论研究还是在实际应用方面都得到迅速地发展,并取得多方面的成果,成为运筹学和系统工程研究的一个新领域。事实证明,DEA 方法已成为管理科学、系统工程和决策分析、评价技术等领域中一种常用而且重要的分析工具和研究手段。

DEA 方法特别适用于多个输入、输出的“部门”或“单位”间的相对有效性评价,这些“部门”或“单位”称之为决策单元(Decision Making Unit, DMU)。从统计分析的角度看,它又是一种新的非参数的统计分析方法。从生产函数的观点看,DEA 方法是估计有效生产前沿面。这里所说的有效生产前沿面,实际上是生产函数的一种推广。生产函数研究的是单产出的情况,当产出是多项指标时,代替生产函数的则是有效生产前沿面。DEA 方法的优点就在于能够反映出各种不同规模的各个最优决策单元,这组最优决策单元构成了有效生产的前沿面。

中国学者从事 DEA 研究始于 1986 年,魏权龄教授于 1988 年所著的《评价相对有效性的 DEA 方法》^[4]和盛昭翰、朱乔、吴广谋于 1996 年所著的《DEA 理论、方法与应用》^[5]对于在国内普及和推广 DEA 方法起了积极而重要的作用。时至今日,有关 DEA 的研究仍方兴未艾,并且随着 DEA 理论研究日益深入,DEA 方法的应用领域也更加广泛。DEA 方法之所以引起如此广泛的关注和重视主要在于它有两个显著的特点:一是 DEA 方法以决策单元各输入输出指标的数据为变量,从最有利于决

策单元的角度进行评价,不必确定各指标的权重,因而排除了很多主观因素,具有很强的客观性;二是使用 DEA 方法时,不必考虑输入输出之间的相互关系。即使每个输入都关联到一个或多个输出,输入输出之间确实存在某种关系,也不必确定这种关系的显示表达式。这就使其在处理多输入多输出的复杂问题上具有独到的优势。

目前,DEA 已成为管理科学、系统工程和决策分析、评价技术等领域的一种常用分析工具和手段。在国外已被广泛应用于石油天然气勘测开发效益的评价、公共服务部门的效率评价、企业经营管理综合有效性的评价、企业技术进步的估计和评价、估计前沿生产函数、生产力指标的计算、分析成本收益和利润、宏观经济状况评价、区域经济和城市宏观经济的预测和预警等各个方面。

2.1.2 数据包络分析的基本模型

(1) C²R 模型

1978 年著名的运筹学家 A. Charnes 等人首先提出了数据包络分析的第一个模型—C²R,用它来评价一类具有相同输入输出部门间有效性。

假设有 n 个部门或单位,每个部门都投入一定量的“资源”,获得一定的成效。且每个单位投入的资源与表示成效的信息量可以分别由 m 种输入和 s 种输出来描述,设 $x_{ij} > 0$, $y_{rj} > 0$, ($i = 1, 2, \dots, m$, $j = 1, 2, \dots, n$, $r = 1, 2, \dots, s$)。其中:

x_{ij} , 表示第 j 个决策单元对第 i 种类型输入的投入量;

y_{rj} , 表示第 j 个决策单元对第 r 种类型输出的量;

v_i , 表示第 i 种类型输入的一种度量;

u_r , 表示第 r 种类型输出的一种度量;

那么,对每个决策单元都有相应的评价指数:

$$h_j = \frac{\sum_{r=1}^s u_r y_{rj}}{\sum_{i=1}^m v_i x_{ij}} \quad j=1,2,\dots,n \quad \dots\dots (2-1)$$

当对第 j_0 个决策单元进行有效性评价时,限定每个单元的有效值小于等于 1。并以第 j_0 个决策单元的有效值为目标,则 C²R 模型可以表示如下:

$$(C^2R) \begin{cases} \max \sum_{r=1}^s u_r y_{r0} / \sum_{j=1}^m v_j x_{j0} = V_p \\ St. (\sum_{r=1}^s u_r y_{rj} / \sum_{j=1}^m v_j x_{j0}) \leq 1 & j=1, 2, \dots, n \\ v = (v_1 \dots v_m)^T \geq 0 \\ u = (u_1 \dots u_s)^T \geq 0 \end{cases} \dots\dots (2-2)$$

这一模型具有实际的工程背景, 由它定义的 DEA 有效实际上是把工程有效性的概念推广到多输入多输出系统中, 通过 Charnes-Cooper 变换可将 C^2R 模型变换成如下的等价形式:

$$(P) \begin{cases} \max \mu^T y_0 = V_p \\ St. \omega^T x_j - \mu^T y_j \geq 0 & j=1, 2, \dots, n \\ \omega^T x_0 = 1 \\ \omega \geq 0, \mu \geq 0 \end{cases} \dots\dots(2-3)$$

定义 1.1 若线性规划(C^2R)的解中存在有 $u^0, v^0 > 0$ 并且 $V_p = 1$, 则称决策单元 $DMU(x_{j0}, y_{j0})$ 为 DEA 有效。

可以证明, 决策单元的 DEA 有效性与下边的多目标规划问题的有效解是等价的。

$$(VP) \begin{cases} V = \min [x_1, \dots, x_m - y_1, \dots, y_s] \\ St. (x, y) \in T \end{cases} \dots\dots (2-4)$$

$$\text{其中 } T = \left\{ (x, y) \left| \sum_{j=1}^n x_j \lambda_j \leq x, \sum_{j=1}^n y_j \lambda_j \geq y, \lambda_j \geq 0, j=1, 2, \dots, n \right. \right\}$$

C^2R 模型是建立在生产可能集 T 满足凸性、锥性、无效性和最小性的假设基础上, 对有效性评价的要求比较严格, 用于评价生产相对有效性。

(2) C^2GS^2 模型

1985 年 Charnes 等人又给出了另一个评价生产技术相对有效性的 DEA 模型—— C^2GS^2 模型:

$$(C^2GS^2) \begin{cases} \max(\mu^T y_0 + \mu) = V_p \\ St. \omega^T x_j - \mu^T y_j - \mu_0 \geq 0 & j=1, 2, \dots, n \\ \omega^T x_0 = 1 \\ \omega \geq 0, \mu \geq 0 \end{cases} \dots\dots(2-5)$$

定义 1.2 若线性规划(C^2GS^2)的解中存在有 $\mu^0 > 0, \omega^0 > 0$, 并且 $V_p = 1$, 则称决策单元 $DMU(x_{j0}, y_{j0})$ 为 DEA 有效。

上述模型将 DEA 方法从评价生产相对有效性推广到更为一般的生产前沿面有效性分析中,同时,DEA 有效性有着深刻的经济含义,通过生产前沿面的构造来分析计算结果能给人们提供许多有用的管理信息。

2.2 模糊综合评价方法

2.2.1 模糊综合评价理论

1965 年,美国加利福尼亚大学 L.A.Zadeh 教授发表了著名的《模糊集合论》论文,他首次提出了模糊性的问题,给出了模糊概念的定量描述方法。Zadeh 教授这一开创性的工作,标志着数学的一个新的分支——模糊数学的诞生。模糊数学作为一个新兴的数学分支,自诞生以来,由于它突破了传统精确数学绝不允许模棱两可的约束,使过去那些与数学毫不相关或关系不大的学科(如生物学、心理学、语言学、社会科学等)都有可能用定量化和数学化加以描述和处理,从而显示了强大的生命力和渗透力,使数学的应用范围大大扩展,并且对传统的科学方法论产生很大的冲击^[1]。

模糊综合评价法是一种应用非常广泛和有效的模糊数学方法。所谓模糊综合评价法,简单地说,就是运用模糊数学和模糊统计方法,通过对影响某事物的各个因素的综合考虑,对该事物的优劣做出科学地评价。模糊综合评价是对受多种因素影响的事物作出评价的一种十分有效的多因素决策方法^[2]。模糊综合评价主要考虑到人们对一个受多因素影响的事物的评价不是简单的“好不好”或者“是不是”等,而是采用模糊语言分成不同的等级进行评价。另外,模糊综合评价注重各因素在评价指标中的重要性排序。因此,模糊综合评价的方法有效且简单易行。

2.2.2 模糊综合评价基本模型

(1) 一级模糊综合评价模型

设指标集合为: $U = \{u_1, u_2, \dots, u_m\}$, 评语集合为 $V = \{v_1, v_2, \dots, v_n\}$ 。

对指标集合 U 中的单因素 $u_i (i=1, 2, \dots, m)$ 作单因素评价,从指标 u_i 确定该事物对评语等级 $v_j (j=1, 2, \dots, n)$ 的隶属度,它是评语集 V 上的模糊子集。这样 m 个指标的评价集就构造出一个总的评价矩阵 R ,

$$R = \begin{bmatrix} r_{11} & r_{12} & \cdots & r_{1n} \\ r_{21} & r_{22} & \cdots & r_{2n} \\ \cdots & \cdots & \cdots & \cdots \\ r_{m1} & r_{m2} & \cdots & r_{mn} \end{bmatrix} \quad \dots\dots (2-6)$$

R 即是指标论域 V 上的一个模糊关系, r_{ij} 表示因素 u_i 对评语等级 j 的隶属度, $0 \leq r_{ij} \leq 1$ 。

单因素模糊评价只能反映一个因素对评价对象的影响。为了取的所有因素对评价对象的综合结果, 需要进行综合评价。考虑到各因素对综合评价的重要程度不同, 我们给各因素以不同的权数 $a_i (i=1,2,\dots,m)$, 其中 a_i 表示第 i 个因素在综合评价中的重要程度, 于是建立综合评价模型:

$$B = A \circ R$$

其中 $A = (a_1, a_2, \dots, a_m)$ 为模糊向量, 即有

$$B = (a_1, a_2, \dots, a_m) \circ \begin{bmatrix} r_{11} & r_{12} & \cdots & r_{1n} \\ r_{21} & r_{22} & \cdots & r_{2n} \\ \cdots & \cdots & \cdots & \cdots \\ r_{m1} & r_{m2} & \cdots & r_{mn} \end{bmatrix} = (b_1, b_2, \dots, b_n) \quad \dots\dots(2-7)$$

B 称为模糊综合评价结果集, $b_j (j=1,2,\dots,n)$ 称为模糊综合评价指标, 表示综合考虑所有因素影响时, 评价对象评价集中第 j 个元素的隶属度, 显然模糊综合评价结果集 B 也是评价集 V 上的一个子集。

根据最大隶属度原则, 若 $\text{Max}(b_1, b_2, \dots, b_n) = b_k$, 则取 b_k 相对的评价元素 v_k 作为评价结果。

(2) 多级模糊综合评价模型

在复杂系统中, 由于要考虑的因素很多, 并且各因素之间往往还有层次之分。在这种复杂的情况下, 如果仍用前面的综合评价的初始模型, 则难以比较系统中事物之间的优劣次序, 得不出有意义的评价结果。因此在实际应用上, 如果遇到这种情形, 可把指标集合 U 按某些属性分成几类, 先对每一类作综合评价, 然后再对评价结果进行“类”之间的高层次的综合评价。

设指标集合为 $U = \{u_1, u_2, \dots, u_m\}$, 评语集合为 $V = \{v_1, v_2, \dots, v_n\}$,

多层次综合评价的一般步骤如下:

a. 划分指标集 U

对指标集 U 作划分, 即 $U = \{U_1, U_2, \dots, U_N\}$

式中

$$U_i = \{u_{i1}, u_{i2}, \dots, u_{ik}\} \quad i = 1, 2, \dots, N$$

即 U_i 中含有 k_i 个因素, $\sum_{i=1}^N k_i = m$

并且满足以下条件:

$$\bigcup_{i=1}^N U_i = U$$

$$U_i \cap U_j = \phi \quad (i \neq j)$$

b. 初级评价

对每个 $U_i = \{u_{i1}, u_{i2}, \dots, u_{ik}\}$ 的 k_i 个因素, 按初始模型作综合评价。设 U_i 的因素重要程度模糊子集为 A_i , U_i 的 k_i 个因素的总的评价矩阵 R_i , 于是得到

$$A_i \circ R_i = B_i = (b_{i1}, b_{i2}, \dots, b_{im}) \quad (i=1, 2, \dots, N) \quad \dots\dots (2-8)$$

式中 B_i 为 U_i 的单因素评价。

c. 二级评价

设 $U = \{U_1, U_2, \dots, U_N\}$ 的因素重要程度模糊子集为 A , 且 $A = (A_1, A_2, \dots, A_N)$

则 U 的总评价矩阵 R 为

$$B = A \circ R \quad \dots\dots (2-9)$$

则得出总的二级综合评价结果, 即

$$R = \begin{bmatrix} B_1 \\ B_2 \\ \vdots \\ B_N \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} A_1 \circ R_1 \\ A_2 \circ R_2 \\ \vdots \\ A_N \circ R_N \end{bmatrix} \quad \dots\dots (2-10)$$

也是指标集合 $U = \{u_1, u_2, \dots, u_n\}$ 的综合评价结果。

多层次综合评价模型, 反映了客观事物因素之间的不同层次, 它可以避免当因素过多时, 因素重要程度模糊子集难以分配的弊病。

2.3 有效性评价应用方法

结合上述理论的介绍以及铁路客货运营系统指标的特点, 首先运用模糊综合评价方法对指标体系进行筛选, 从而形成 DEA 有效性评价的输入输出指标, 然后, 运用 DEA 方法对系统的有效性进行评价。弥补了单独使用 DEA 方法进行系统有效性评价时, 无法对指标科学性做出判断的缺点。

2.3.1 评价指标的筛选

运用模糊综合评价方法对指标的重要性进行排序，选取权重值较高的指标，形成符合 DEA 有效性评价模型的输入输出指标。在应用模糊综合评价方法之前，首先要根据 DEA 方法的需要，建立输入输出指标。输入指标反映了系统的“投入”输出指标反映了系统的“产出”。在进行模糊综合评价时，首先要根据指标的属性建立指标体系，本文以二级三层指标体系为例，介绍运用模糊评价方法进行指标筛选的过程。

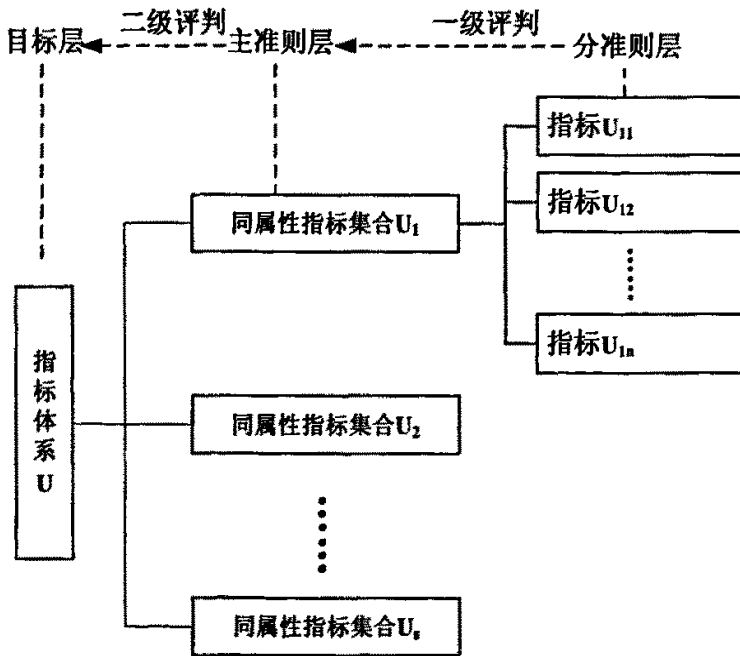


图 2-1 二级三层结构指标体系图

Fig.2-1 the two level and three layer frame of indices system

其具体步骤如下：

步骤 1，建立评价指标体系。（如图 2-1）

将指标体系 U 按其属性划分为 s 个子集。记为 $U = (U_1, U_2, \dots, U_s)$ ，令 U_{m_i} 表示主准则层第 i 个子指标体系所对应的分准则层指标集合。记 $U_i = (U_{i1}, U_{i2}, \dots, U_{in_i}), i = 1, 2, \dots, s$ 。把分准则层的评价看成第一评判，主准则层对目标层的评价看成第二级评判。

步骤 2：建立评语集 V

评语集的组合比较灵活，由于指标是用来反映系统状况，因此，对于指标是

否能很好的反映系统的问题,可以采用“很重要、重要、一般、不太重要、不重要”这种大致划分来确定。

步骤 3: 确定评价指标的权重矩阵 A。

在指标体系中,权重体现了某一指标在系统中的重要程度,它反映了各指标间客观存在的不平衡性,权重确定是否科学、合理,会直接影响评价结果的准确性。专家打分法、德尔菲法和层次分析法是三种比较常用的主观确定权重的方法。

$\tilde{A}=(a_{11},a_{12},\dots,a_{nn})$, 其中全 $\sum_{i=1}^n a_{ii}=1$

步骤 4: 对第一级进行评价。

对于每个 U_i 的 n_i 个指标,按初始模型作综合评价。由模糊的性质,可以得出 U_i 的综合评价向量为:

$$\tilde{B}_i = \tilde{A}_i \circ \tilde{R}_i \quad \dots\dots(2-11)$$

$$\text{式中 } \tilde{R}_i = \begin{bmatrix} r_{i11} & \dots & r_{i1k} & \dots & r_{i1m} \\ \vdots & \ddots & \vdots & \ddots & \vdots \\ r_{iy1} & \dots & r_{iyk} & \dots & r_{iy_m} \\ \vdots & \ddots & \vdots & \ddots & \vdots \\ r_{im,1} & \dots & r_{im,k} & \dots & r_{im,m} \end{bmatrix} \text{ 为模糊评价矩阵,表示由指标集到评语集}$$

一个映射,其中 r_{yk} 表示从分准则层第 j 个因素对主准则层第 i 个指标作第 k 种评定的可能程度,即从第 j 个指标来看,指标集从属于第 k 种评定的模糊集的隶属度。

步骤 5: 对第二级评价。

由于在整个指标体系中, U 又为 U_i 的指标集,所以 U 的模糊评价矩阵 \tilde{R} 为:

$$\tilde{R} = \begin{bmatrix} \tilde{B}_1 \\ \tilde{B}_2 \\ \vdots \\ \tilde{B}_s \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} b_{11} & b_{12} & \dots & b_{1m} \\ b_{21} & b_{22} & \dots & b_{2m} \\ \vdots & \vdots & \dots & \vdots \\ b_{s1} & b_{s2} & \dots & b_{sm} \end{bmatrix}$$

每个以作为 U 的一部分,客观上反映了 U 的某种属性,可以按它们的重要性给出权数分配:

$$\tilde{A}=(a_1,a_2,\dots,a_s)$$

于是得出二级评价向量: $\tilde{B} = \tilde{A} \circ \tilde{R} = (b_1, b_2, \dots, b_m)$, \dots\dots(2-12)

步骤 6: 各层指标对目标层权重的合成。

在单准则排序的基础上,计算同一层次所有指标对于目标层的相对重要性的排序权值,即层次的合成权数。

分准则层的各个因素($U_{11}, U_{12}, \dots, U_{m1}$)对于目标层的权重:

$$\tilde{l}_i = \tilde{B} \circ \tilde{R}_i = (n_{i1}, n_{i2}, \dots, n_{in}) \quad \dots\dots (2-13)$$

步骤7: 各指标的权重排序。

在各指标权重 l_i 确定的基础上, 根据权重的大小进行指标重要性的排序。

步骤8: 评价指标体系的建立。

对指标 U_{m1} 在指标体系的重要程度, 选择权重较高的指标形成 DEA 方法的输出与输出指标。

2.3.2 有效性评价模型

为了便于实际计算和分析, 本文采用 C²SC²对偶规划方程评价系统的有效性。设系统输入输出指标体系分别为 a, b。其中要进行评价的指标共有 n 个, 输入指标 m 个, 输出指标 s 个, $n=m+s$ 。

$$\left\{ \begin{array}{l} \min \theta \\ \text{s.t.} \quad \sum_{j=1}^n X_{ij} \lambda_j + S_i^- = \theta X_{i0} \\ \quad \quad \quad i = 1, 2, \dots, m \\ \quad \quad \quad \sum_{j=1}^n Y_{rj} \lambda_j - S_r^+ = Y_{r0} \\ \quad \quad \quad r = 1, 2, \dots, s \\ \quad \quad \quad \sum_{j=1}^n \lambda_j = 1 \\ \lambda_j \geq 0, \quad j = 1, 2, \dots, n \\ S_i^- \geq 0, \quad i = 1, 2, \dots, s \\ S_r^+ \geq 0, \quad r = 1, 2, \dots, m \end{array} \right. \quad \dots\dots (2-14)$$

其中 $Y_{rj} > 0$ 为第j个单位的第r项产出数据; $X_{ij} > 0$ 为第j个单位的第i项投入数据;

X_{i0} , Y_{r0} 分别为被比较决策单元的输入、输出指标, λ_j , $j=1, 2, \dots, n$ 为模型中的决策单元。

由线性规划理论可知, 上面问题的最优目标值不会超过1, 将这个最优值(记为 θ^0), 规定为第 j_0 个决策单元的有效值。如果上述线性规划问题的任意最优解 θ^0 , λ_j^0 ($j=1, 2, \dots, n$), S_i^{-0} ($i=1, 2, \dots, m$), S_r^{+0} ($r=1, 2, \dots, s$), 满足 $\theta^0 = 1$, 则称第 j_0 个单位的 DEA 有效的, 它表明了该决策单元生产规模与经济效益的产出匹配, 称之为有效; 而那些 $\theta^0 < 1$ 的决策单元称之为非有效, 非有效的决策单元存在

着投入过大或产出不足的情况。

2.4 本章小结

本章概述了数据包络分析方法的理论，介绍了 DEA 的基本数学模型 C^2R 和 C^2GS^2 ，概述了模糊综合评价的理论，对一级和多级模糊综合评价模型进行了简要的介绍。根据铁路客货运营系统指标的特点，对有效性评价的实施步骤作了具体的说明，为铁路客货运营系统的有效性评价提供了基础。

3 基于模糊综合评价的指标筛选

采用 DEA 方法对客货运营系统的运营状况进行相对有效性评价时, 指标体系的科学建立是评价工作成功的基础。指标体系需要反映评价系统的全貌, 但是这不意味着要将所有指标进行罗列, 冗长的指标数据不仅造成不必要的工作量, 而且由于指标对整个系统影响的重要性不同, 过多对不重要指标进行评价, 会造成评价结果错误, 无法正确的反映铁路客货运营系统的有效性。

因此, 本文采用模糊综合评价的方法, 通过评价铁路客货运营指标的重要性对其指标权重的排序, 形成可用于 DEA 有效性评价的输入输出指标。

3.1 铁路运输统计指标体系

我国客货运营指标的选取是基于现有的铁路运输统计指标, 因此对铁路运输统计指标体系的研究, 对评价客货运营系统有效性的指标体系建立具有指导意义。

3.1.1 运输统计指标体系的结构

我国现行的铁路运营指标体系主要沿袭计划经济管理体制的构架, 主要按照业务分类可分为如下几大类:

- 1、客运统计指标: 反映旅客运输服务特征的数量和质量指标;
- 2、货运统计指标: 反映货物运输服务特征的数量和质量指标;
- 3、机车统计指标: 反映机车车辆数量、分布和运用效率、完成工作量的指标;
- 4、货车统计指标: 反映货车运用情况的统计指标;
- 5、铁路运输设备统计指标: 反映铁路运输设备的数量、能力、分类、结构、分布与技术状况的统计指标;
- 6、铁路固定资产投资统计指标: 反映铁路运输固定资产再生产过程, 研究固定资产投资规模、投资结构、投资效果和实物工程量等发展变化的数量关系和数量限界的统计指标;
- 7、铁路劳动统计指标: 反映铁路从业人数、构成、动态、工时利用情况、劳动生产率水平及其变动, 劳动报酬水平及其变动, 劳动效益等的统计指标。

此外, 还有运输安全、物资消耗、环境保护、用地面积等统计指标, 从不同角度反映铁路运输的特征。

3.1.2 铁路运输统计指标的评价

我国铁路运输的统计指标以各种铁路运输统计规则和统计报表为基础,涵盖了从客货运输、机车运用、货车运用、运输设备、固定资产投资、劳动统计、物资供应等多方面的情况,基本上满足了运输生产管理的需要。

第一,铁路运输统计指标反映了铁路运输系统从人力、物力、财力等因素的投入到形成经济效益产出的整个运输过程。但是由于本文所研究的运营系统是整个运输系统的一部分,因此,运营指标的建立是不能完全照搬照抄原有的统计指标,必须根据本文的实际情况进行合理的选择。

第二,考察客货运营情况的指标非常全面,而且指标较多,根据《铁路运营与经济指标》^[16]一书介绍,铁路货运指标仅在货车运用方面就有装车数、使用车数、卸车数、卸空车数、货车载重力等65个之多。这些指标大部分没有公开发表的统计数据,而且某些指标对本文研究内容影响不大,可以忽略不计。

第三,铁路运输统计指标绝大部分建于建国之初,由于当时历史条件、生产规模和管理方式的局限性,尽管吸收了前苏联先进经验,但指标体系也只能与当时运输生产水平相适应。经过40多年的发展,我国铁路运输在各方面都发生了深刻变化。国家从以生产为中心转移到以经济效益为中心,面对现实和发展,在建立铁路客货运营指标体系时,应对现有统计指标做出适当的修改,以适应现实和发展的需求。但是由于数据的局限,对铁路客货运营指标的修改只能结合现有统计指标。例如,现有的铁路运输统计指标没有反映铁路运营的市场占有率指标,但是可以通过铁路的运量与所有交通方式的总运量相比,得到其市场占有率指标。

因此,本文结合《中国统计年鉴》^[43]中量化的指标和专家的意见,对客货运营指标进行了初选。

3.2 旅客运营指标体系

3.2.1 客运生产经营指标

1. 客运量

铁路的客运量,也就是铁路旅客运输的产量,同时又是旅客运输的销量。铁路运输的产量和销量总是相等的,这是由铁路运输部门的性质决定的。因此,铁路客运量指标的增加或减少,与铁路旅客运输部门及其整个铁路企业的兴衰成败有着直接的联系。这方面的指标主要有:旅客运输量、旅客周转量、旅客运输密度。

2. 客运机车车辆运用

在铁路上，客车的运用方式同货车的一般运用方式不同。一般的客车都是预先编成固定的车列（车底），在它的始发站和固定的折返站之间，专为开行运行图中某一队列车（有时也可能是为开行某几对列车）而往复运行的。因此，客运机车车辆的运用在很多方面不同于货运机车车辆的运用。在客运机车车辆运用计划中，规定了铁路局在计划期内应完成的各项数量指标和质量指标。客运机车车辆运用指标主要反映客运机车、客车的运行公里、停留时间等因素，为铁路组织、指挥日常运输生产、编制和考核运输计划提供了有利的依据。这方面的指标有：客车保有量，客车平均运距，客车车底周转时间。

3. 客车车辆检修

为保证安全、迅速的运送旅客和行李、包裹，铁路必须对所有客车经常进行检查和修理。关于客车车辆检修的指标包括：检修客车辆数、客车检修率、机车检修停留时间、客车车均修车时间。

4. 旅客运输质量

铁路运输企业的运营，除了必须与工作量、增收节支等数量指标挂钩外，还必须考虑其安全、准确、迅速、舒适、便捷的质量特性的指标。这方面的指标有：客运列车旅行速度，旅客列车正点到达率。

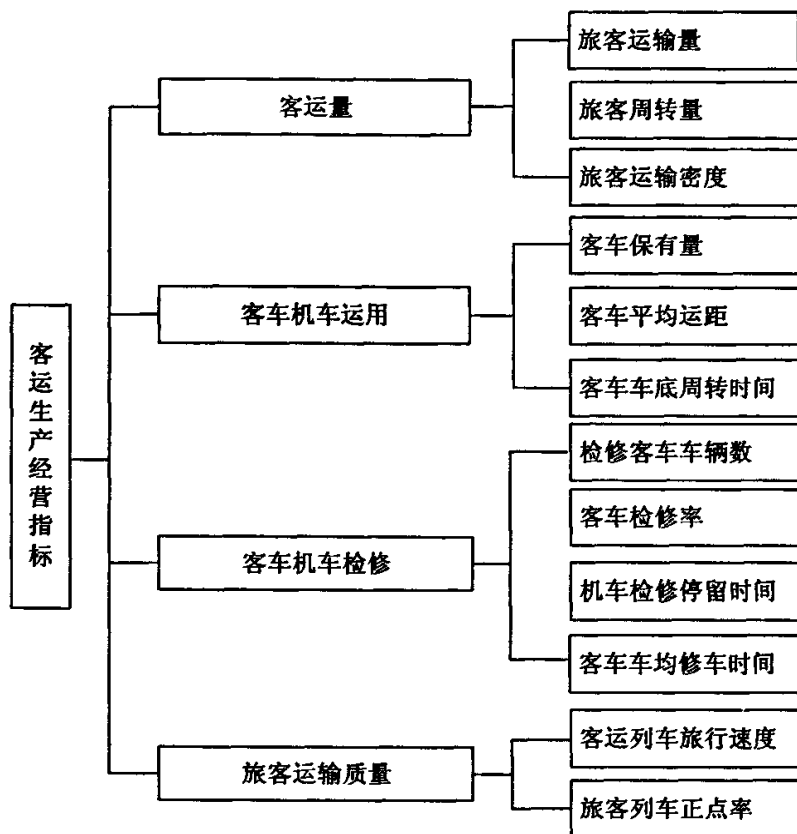


图 3-1 铁路客运生产经营指标

Fig.3-1 Railroad passenger transport operating indices

3.2.2 客运经济效益指标

1. 客运效益

客运效益统计指标用以反映运输任务的完成效率，这类指标有：客运收入率和客运市场占有率。这两个指标在《中国统计年鉴》上没有记载，但是可以通过已知指标计算得出。客运收入率指客运平均每公里的收入，是分析旅客运输效益的重要指标。市场占有率反映了铁路运量在整个运输市场的分量，是企业经营实力的反映。

2. 客车机车耗费

通过客运机车车辆耗费指标，可以促使客运生产过程中提高资源利用效果，减少资源的浪费。它是铁路经济效益考核的一项重要标准。机车车辆检修耗费指不同的车种（机车、客车）每修理一定数量所耗费的支出，通过车辆检修耗费的

计算可以衡量企业车辆检修的水平，评价企业经济管理是否成功。机车车辆耗费指标反映铁路运输生产中能源的消耗情况。因此，反映机车车辆耗费指标有：客车列均检修耗费，客车列均能源耗费，机车车均检修耗费。

3. 客车机车运用率

客车机车运用率指标的建立，可以监督机车、客车的运用效率，使运营组织过程能以较少的人力物力投入完成运输生产任务，这类效益指标的建立可以发现影响运输效益的因素，以提高运输组织的质量。调度部门可依此对车流进行适时调整，提高机车车辆的运用效率。这方面的指标有：机车日产量，客车日产量。

4. 运输利润

运输利润，是指铁路运输业一定期间从事客货运输业务的经营成果，也称运营业务利润，是运输收入减去运输成本（运输支出）及其他费用以后的净额。它是考核运输企业一定期间经营成果的综合性指标。努力增加运输利润，完成于超额完成运输利润计划，对于完成国家上缴任务，发展铁路运输事业，改善铁路运输条件，提高铁路职工生活水平都有非常重要的意义。

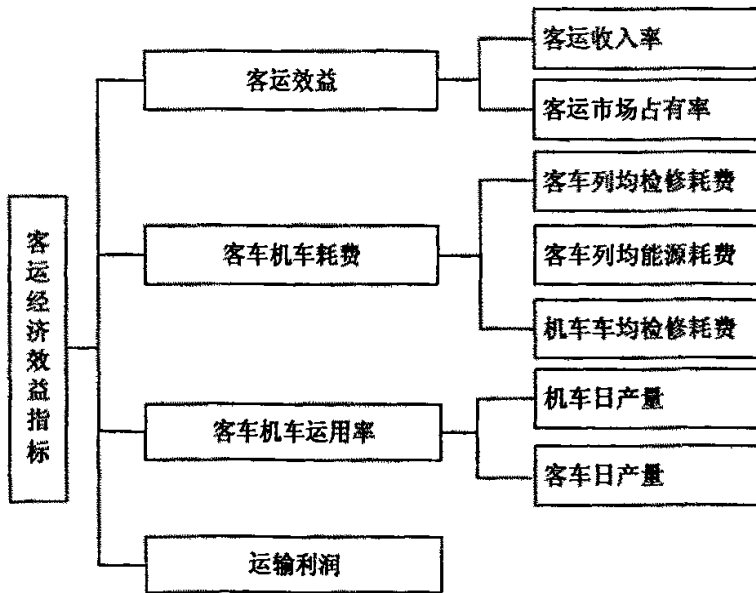


图 3-2 铁路客运经济效益指标

Fig.3-2 Railroad passenger transport benefit indices

3.3 货物运营指标体系

3.3.1 货运生产经营指标

1. 货运量

铁路的货运量指标与铁路的客运量指标一样都是铁路运营中极为重要指标。这方面的主要指标有：货物发送量，货物周转量、货物运输密度。

2. 货车机车运用

货车是装载货物的工具，机车是铁路运输的基本动力。铁路的车辆装载货物以后，必须依靠机车牵引，才能完成运输任务。这方面的指标包括：货车保有量，货车平均运距，货车平均净载重。

3. 货车机车检修

完好的货车机车，是保证铁路安全、迅速运输货物的基本条件之一。为此，铁路必须对所有货车辆经常进行各种检查和修理。但是铁路车辆的修理次数越多，修理中的停留时间越长，则经常处于可以运用状态的车辆必然越少，可以运用的时间必然越短。所以一方面要提高修理的质量，另一方面又要缩短车辆在修停留时间。这方面的指标有：检修货车数、货车检修率、机车检修停留时间、货车车均修车时间。

4. 货物运输质量

在市场经济条件下，竞争主要是产品和服务质量的竞争。一个企业，如果不能以顾客为中心，不能以自己的产品和服务质量去赢得顾客，使顾客满意，那就会失去市场，不仅不可能得到发展，甚至也就不可能生存。从这个意义上讲，质量是企业的生命。铁路运输业也不例外，货物运输的质量指标已成为铁路货物运营的重要指标。这方面的指标有：货物按期送达率、货运列车旅行速度。

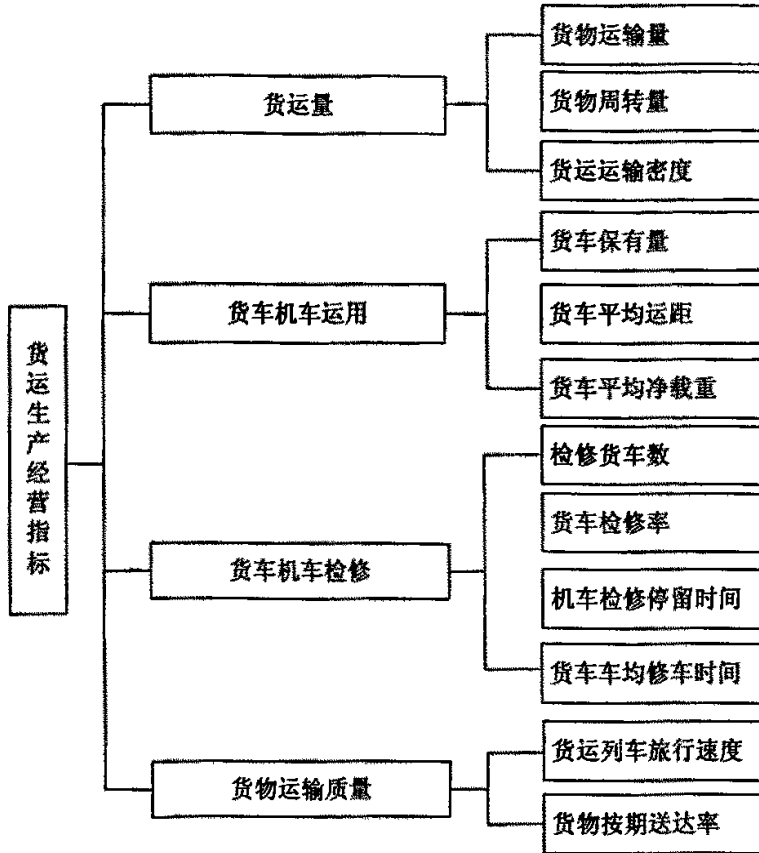


图 3-3 铁路货运生产经营指标

Fig.3-3 Railroad freight transport operating indices

3.3.2 货运经济效益指标

1. 货运效益

货运效益指标与客运效益指标建立的基本形式相同，这类指标有：货运收入率和货运市场占有率。

2. 货车机车耗费

货车机车耗费指标的建立，与客车车辆耗费指标建立的形式相同。这类指标有：货车列均检修耗费，货车列均能源耗费，机车车均检修耗费。

3. 货车机车运用率

货车机车运用率指标的建立，可以监督机车、货车的运用效率，调度部门运用这些指标可以对车流进行适时调整，加快货车周转速度，从而达到提高经济效益的目的。这类指标有：机车日产量，货车日产量。由于《中国统计年鉴》中没

有区分机车的日产量为货运部分和客运部分。所以机车日产量指标反映的所有机车平均每日的运送公里数。

4. 运输利润

运输利润包括了整个运营的利润，虽然其统计数据没有区分客运、货运，但是由于它是反映铁路客货运营重要的经济效益指标，所以客货运营经济效益指标体系都将其保留。

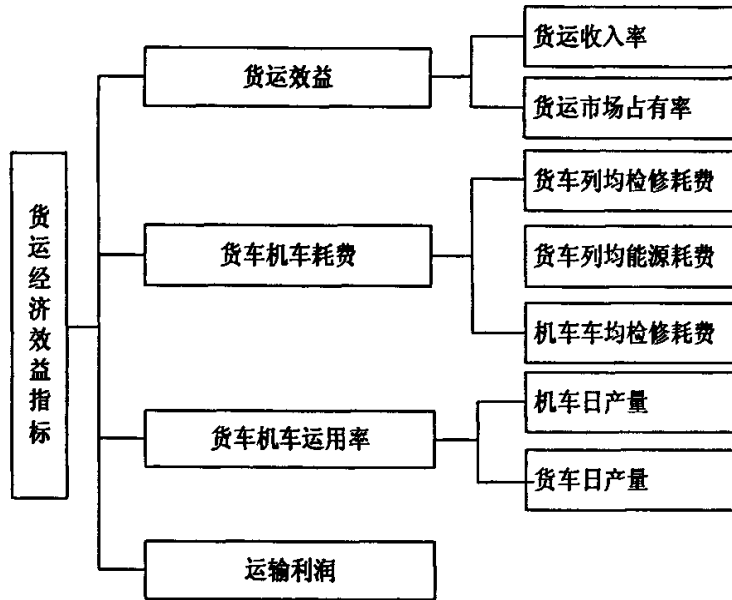


图 3-4 铁路货运经济效益指标

Fig.3-4 Railroad freight transport benefit indices

3.4 基于模糊综合评价的重要指标的选取

3.4.1 评价模型的确立

在对铁路运营指标进行评判语选择上，根据指标对运营反映的重要性，定义模糊综合评价的评语集 $V=\{\text{很重要, 重要, 一般, 不太重要, 不重要}\}$ ，以铁路客运生产经营指标体系为例，介绍指标筛选的过程。首先建立了铁路客运生产经营指标的二级三层次模糊综合评价模型如图 (3-5)。

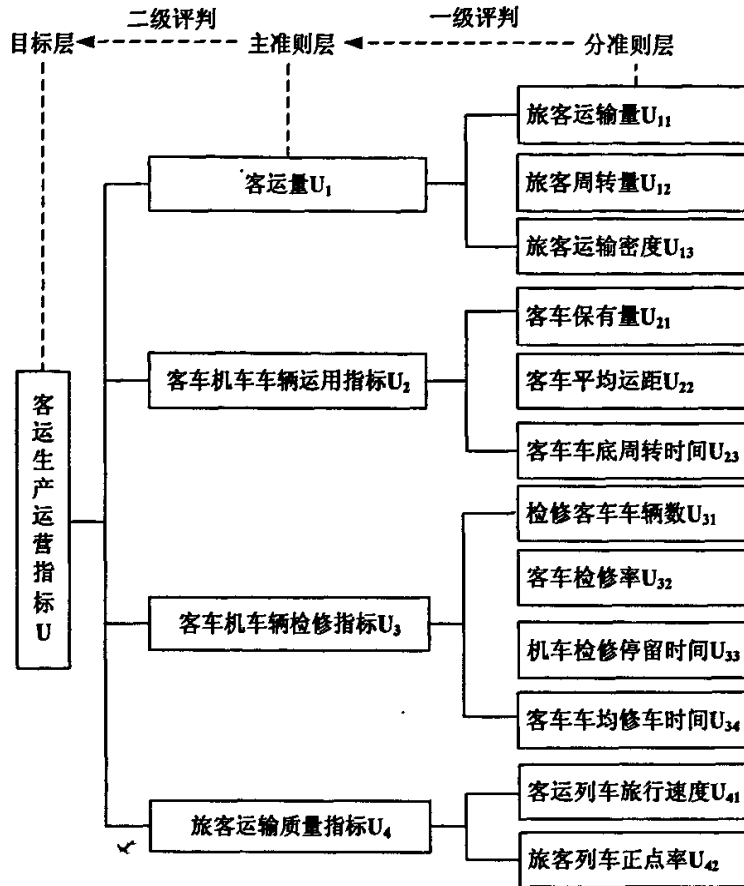


图 3-5 铁路客运生产运营指标评价图

Fig.3-5 The appraisal frame of railroad passenger transport operating indices

3.4.2 评价过程

在进行评价的时候，由于每个人的看法不同，对于同一评价对象有人可能认为“很好”，有人认为“一般”。由于在模糊综合评价过程中，权重体现了每项指标在指标体系中的重要程度。因此，权重确定的是否科学、合理，会直接影响评价结果的准确性。实践当中确定权重的方法很多，从目前大多数文献来看，或采用层次分析（AHP）法，或采用德尔菲法。但前一种方法的求解过程繁杂、计算量大，甚至要反复计算，很不方便；后一种方法往往又带有很强的主观意识。因此，本论文通过权衡，采用了逐一比较法来求解指标权重，其基本思路是：用评价指标中的任何一个指标与其它因指标逐一配对，进行一次比较，从而间接计算出各指标间的重要程度之比（即指标权重之比）。可以设，有 s 个评价因素 U_1, U_2, \dots, U_s ，

如果以 W_{ij} 表示因素 U_i 与 U_j 的重要程度之比, 则 W_{ij} 可表示为:

$$W_{ij} = a_i / a_j$$

据此可以写出比较矩阵 W :

$$W = \begin{bmatrix} W_{11} & W_{12} & \cdots & W_{1s} \\ W_{21} & W_{22} & \cdots & W_{2s} \\ \vdots & \vdots & \cdots & \vdots \\ W_{s1} & W_{s2} & \cdots & W_{ss} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} a_1/a_1 & a_1/a_2 & \cdots & a_1/a_s \\ a_2/a_1 & a_2/a_2 & \cdots & a_2/a_s \\ \vdots & \vdots & \cdots & \vdots \\ a_s/a_1 & a_s/a_2 & \cdots & a_s/a_s \end{bmatrix}$$

从上述矩阵中可以看出矩阵 i 列之和为:

$$a_i/a_i + a_2/a_i + \cdots + a_s/a_i = (a_i + a_2 + \cdots + a_s)/a_i = 1/a_i$$

式中 $i=1, 2, \dots, s$ 。于是可以根据 $W_{1i} + W_{2i} + \cdots + W_{si} = 1/a_i$, 求出:

$$a_i = 1/(W_{1i} + W_{2i} + \cdots + W_{si}) \quad \dots\dots(3-1)$$

根据上述方法对专家评分进行比对后, 得出以下结果:

$$\begin{aligned} \tilde{A} &= (a_1, a_2, a_3, a_4) = (0.4, 0.3, 0.1, 0.2), \\ \tilde{A}_1 &= (a_{11}, a_{12}, a_{13}) = (0.35, 0.35, 0.3), \\ \tilde{A}_2 &= (a_{21}, a_{22}, a_{23}) = (0.4, 0.4, 0.2), \\ \tilde{A}_3 &= (a_{31}, a_{32}, a_{33}, a_{34}) = (0.25, 0.25, 0.25, 0.25), \\ \tilde{A}_4 &= (a_{41}, a_{42}) = (0.85, 0.15), \end{aligned}$$

然后, 请上述专家按照评判语集 V 对 $U_1 - U_4$ 中各项指标进行评判, 得到模糊评判矩阵, 进行一级评判。

$$\begin{aligned} \tilde{R}_1 &= \begin{bmatrix} 0.34 & 0.22 & 0.20 & 0.15 & 0.10 \\ 0.32 & 0.24 & 0.19 & 0.15 & 0.10 \\ 0.33 & 0.22 & 0.18 & 0.15 & 0.10 \end{bmatrix}, \quad \tilde{R}_2 = \begin{bmatrix} 0.25 & 0.22 & 0.17 & 0.16 & 0.10 \\ 0.29 & 0.16 & 0.15 & 0.16 & 0.10 \\ 0.19 & 0.22 & 0.24 & 0.15 & 0.11 \end{bmatrix} \\ \tilde{R}_3 &= \begin{bmatrix} 0.19 & 0.25 & 0.23 & 0.19 & 0.14 \\ 0.16 & 0.24 & 0.19 & 0.15 & 0.16 \\ 0.20 & 0.23 & 0.26 & 0.15 & 0.10 \\ 0.20 & 0.22 & 0.23 & 0.19 & 0.12 \end{bmatrix}, \quad \tilde{R}_4 = \begin{bmatrix} 0.29 & 0.26 & 0.15 & 0.16 & 0.10 \\ 0.25 & 0.22 & 0.20 & 0.16 & 0.10 \end{bmatrix} \end{aligned}$$

进一步有:

$$\begin{aligned} \tilde{B}_1 &= \tilde{A}_1 \circ \tilde{R}_1 = (0.33 \quad 0.23 \quad 0.19 \quad 0.15 \quad 0.10) \\ \tilde{B}_2 &= (0.23 \quad 0.20 \quad 0.18 \quad 0.16 \quad 0.10), \quad \tilde{B}_3 = (0.20 \quad 0.24 \quad 0.23 \quad 0.13 \quad 0.13) \\ \tilde{B}_4 &= (0.28 \quad 0.25 \quad 0.16 \quad 0.16 \quad 0.10) \end{aligned}$$

所以,

$$\tilde{R} = \begin{bmatrix} \tilde{B}_1 \\ \tilde{B}_2 \\ \tilde{B}_3 \\ \tilde{B}_4 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0.33 & 0.23 & 0.19 & 0.15 & 0.10 \\ 0.23 & 0.20 & 0.18 & 0.16 & 0.10 \\ 0.20 & 0.24 & 0.23 & 0.13 & 0.13 \\ 0.28 & 0.25 & 0.16 & 0.16 & 0.10 \end{bmatrix}$$

最后，进行二级综合评判，求出评判向量 \tilde{B} ：

$$\tilde{B} = \tilde{A} \circ \tilde{R} = (0.277 \quad 0.226 \quad 0.185 \quad 0.153 \quad 0.103)$$

经统一化处理得： $\tilde{B} = (0.29343 \quad 0.23941 \quad 0.19597 \quad 0.16208 \quad 0.10911)$

根据评价向量 \tilde{B} 计算 $\tilde{I}_m = \tilde{R} \circ \tilde{B}^{-1} = (I_{11}, I_{12}, \dots, I_{1m})$ ， I_m 表示第 i 分准则层的第 n 个指标的权重，客运生产运营指标体系的各指标的评价权重，见表 (3-1)。

表 3-1 铁路客运生产经营指标权重表

Table3-1 The indices weight of railroad passenger transport production

重要性	评价指标	权重
1	旅客运输量	0.2268534
2	旅客周转量	0.2238133
3	旅客运输密度	0.2199997
4	客运列车旅行速度	0.2135806
5	客车平均运距	0.2067479
6	客车保有量	0.2061864
7	客车检修率	0.2020655
8	旅客列车正点率	0.1999025
9	客车车底周转时间	0.1917688
10	客车车均检修时间	0.1903177
11	检修客车辆数	0.1896388
12	机车检修停留时间	0.1834111

运用上述方法分别计算铁路的客运经济效益指标体系、铁路货运生产经营指标体系、铁路货运经济效益指标体系的指标权重值。得到结果如下：

表 3-2 铁路客运经济效益指标权重表

Table3-2 The indices weight of railroad passenger transport benefit

重要性	评价指标	权重
1	运输利润	0.2688524
2	客运收入率	0.2336223
3	客运市场占有率	0.2299877
4	客车日产量	0.2145805
5	客车列均检修耗费	0.2037475
6	机车日产量	0.1902186
7	客车列均能源耗费	0.1884698
8	机车车均检修能源	0.1815108

表 3-3 铁路货运生产经营指标权重表

Table3-3 The indices weight of railroad freight transport production

重要性	评价指标	权重
1	货物周转量	0.2268502
2	货物运输量	0.2238591
3	货车平均净载重	0.2199991
4	货车保有量	0.2145903
5	货物运输密度	0.2087478
6	货运列车旅行速度	0.2051862
7	货车平均运距	0.2030354
8	旅客列车正点率	0.1996024
9	机车检修停留时间	0.1903475
10	货车车均检修时间	0.1866385
11	检修货车辆数	0.1815685
12	货车按期送达率	0.1735171

表 3-4 铁路货运经济效益指标权重表

Table3-4 The indices weight of railroad freight transport benefit

重要性	评价指标	权重
1	货运收入率	0.2568536
2	运输利润	0.2438163
3	货运市场占有率	0.2259697
4	货车日产量	0.2135905
5	货车列均检修耗费	0.2085473
6	机车日产量	0.1902176
7	机车车均检修耗费	0.1996487
8	货车列均能源耗费	0.1894135

3.4.3 指标的评价结果

根据表 (3-1, 3-2, 3-3, 3-4) 中各指标的权重值, 对指标的重要性进行排序, 得到整个客货运营系统的指标体系权重排序表, 见表 (3-5)。

表 3-5 指标重要性排序表

Table3-5 The range of indices weightiness

重要性	客运指标体系		货运指标体系	
	客运生产经营指标	客运经济效益指标	货运生产经营指标	货运经济效益指标
1	旅客运输量	运输利润	货物周转量	货运收入率
2	旅客周转量	客运收入率	货物运输量	运输利润
3	旅客运输密度	客运市场占有率	货车平均净载重	货运市场占有率
4	客运列车旅行速度	客车日产量	货车保有量	货车日产量
5	客车平均运距	客车列均检修耗费	货物运输密度	货车列均检修耗费
6	客车保有量	机车日产量	货运列车旅行速度	机车日产量
7	旅客列车正点率	客车列均能源耗费	货车平均运距	机车车均检修耗费
8	机车检修停留时间	机车车均检修能源	旅客列车正点率	货车列均能源耗费
9	客车车底周转时间		机车检修停留时间	
10	客车车均检修时间		货车车均检修时间	
11	检修客车辆数		检修货车车辆数	
12	客车检修率		货车按期送达率	

3.5 评价指标体系的建立

根据指标评价的权重来选择 DEA 方法的输出与输出指标体系, 结合 DEA 模型对指标数量和指标重要性的要求, 在表 (3-1, 3-2, 3-3, 3-4) 中分别选出客货运营系统中权重值 $I > 0.2$ 的指标, 构建输入输出指标体系用于评价客货运营系统的有效性, 指标设置见表 (3-6)。

表 3-6 有效性评价的指标设置

Table3-6 The indices of efficiency analysis

	输入指标	输出指标
客运系统有效性评价指标的设置	旅客运输量	运输利润
	旅客周转量	客运收入率
	旅客运输密度	客运市场占有率
	客运列车旅行速度	客车日产量
	客车平均运距	客车列均检修耗费
	客车保有量	
货运系统有效性评价指标的设置	货物周转量	货运收入率
	货物运输量	货运市场占有率
	货车平均净载重	货车列均检修耗费
	货车保有量	货车日产量
	货物运输密度	运输利润
	货运列车旅行速度	
	货车平均运距	

要指出的是, 客运生产经营系统重要性排序的第 7 个指标值——“客车检修率”是百分率统计数据, 每年的变化不大, 基本上在 95.5% 上下持平。对客运有效性的评价结果没有太大意义, 虽然其权重值大于 0.2, 但未对其选取。

3.6 本章小结

通过对现行铁路运输统计指标的分析 and 选取, 建立了铁路客货运营系统的生产经营和经济效益指标体系, 以铁路客运生产经营指标为例, 介绍了运用模糊综合评价方法计算指标权重的运算过程, 通过这种方法依次计算中铁路客货运营经济效

益指标、货运生产经营指标和经济效益指标的权重，通过指标筛选，形成了用于 DEA 有效性评价的输入输出指标。

4 铁路旅客运营系统有效性评价

在输入输出指标建立的基础上,以旅客运营系统的生产经营指标为输入,经济效益指标为输出,选择 1993 年—2005 年 13 个决策单元,分别对各年的运营有效性进行评价,并对评价结果进行分析。

4.1 决策单元的设置

4.1.1 决策单元的选择

在研究客、货运系统的有效性时,决策单元可以选择以下 3 种方式^[37]:

1. 纵向比较。

选取一段时间序列作为决策单元,通过 DEA 评价方法考察铁路旅客运营系统的有效性。

2. 横向比较。

选取不同区域作为决策单元,考察不同区域旅客运营系统有效值的差异。

3. 纵横向综合比较。

选取不同区域的不同时期作为决策单元,考察铁路新技术在不同地方的实施效果。

由于本文是对整个铁路旅客运营系统的有效性进行评价,因此选择纵向比较的方法,选择从 1993 年到 2005 年 13 年的铁路旅客运营输入输出指标数据构造 DEA 有效性评价的决策单元。

4.1.2 系统有效性评价指标设置

通过查阅相关数据(原始数据来源于参考文献[43])。分别得到 1993—2005 年各输入输出指标的数值,如表(4-1)所示。

表 4-1 铁路旅客运营系统有效性评价的输入输出指标

Table4-1 The input/output indices of passenger transport system

年份	输入						输出				
	A1	B1	C1	D1	E1	F1	G1	H1	I1	J1	K1
1993	104580	3483	29395	330	49.2	646.7	15.2	44.3	1.8	493	12.7
1994	108009	3636	31018	334	49.3	672.8	16.0	42.3	1.7	494	-27.7
1995	102181	3546	32403	345	49.2	649.0	19.7	39.4	2.2	496	-64.1
1996	93551	3348	33778	353	49.5	586.1	25.3	36.5	2.1	491	-13.8
1997	91919	3585	34346	384	53.3	615.6	28.4	35.7	2.2	504	-26.1
1998	92991	3773	34246	406	54.5	641.0	31.3	35.5	2.3	507	0.3
1999	97725	4136	34535	413	56.4	699.0	34.0	36.6	2.3	520	27.2
2000	101847	4533	37249	431	56.8	753.0	36.3	37.0	1.8	521	33.8
2001	101680	4767	38780	453	60.5	785.0	45.4	36.2	2.2	533	21.2
2002	101741	4969	39438	471	62.3	807.0	48.8	35.2	2.5	557	24.7
2003	93634	4789	40487	492	62.2	765.0	50.9	34.7	2.6	562	18.5
2004	107346	5712	41353	511	64.4	903.0	55.2	35.0	3.9	612	48.5
2005	118653	6062	41974	524	64.9	938.0	53.8	35.5	4.2	650	49.0
注:											
	A1: 为旅客运输量 (万人)						G1: 客运收入率 (万元/公里)				
	B1: 为旅客周转量 (亿人公里)						H1: 客运市场占有率%				
	C1: 为客车保有量 (台)						I1: 客车列均检修耗费 (万元/列)				
	D1: 为客运平均运距 (公里)						J1: 客车日产量 (公里/日)				
	E1: 为客运列车旅行速度 (公里/小时)						K1: 运输利润 (亿元)				
	F1: 旅客运输密度 (万人公里/公里)										

4.2 评价过程

首先将表 (4-1) 所列指标数据代入 DEA 有效性评价模型 (公式 2-14) 中, 构造线性规划方程组, 并通过 Excel 线性规划求解方法对其有效值进行计算。

以 1993 年铁路旅客运营有效值的计算为例, 介绍整个求解过程。

首先, 根据公式 (2-14) 建立线性规划方程组, 方程如下:

Min θ

St

$$104580 \lambda_1 + 108009 \lambda_2 + 102181 \lambda_3 + 93551 \lambda_4 + 91919 \lambda_5 + 92991 \lambda_6 + 97725 \lambda_7 + 101847 \lambda_8 + 101680 \lambda_9 + 101741 \lambda_{10} + 93634 \lambda_{11} + 107346 \lambda_{12} + 118653 \lambda_{13} \leq 104580 \theta$$

$$3483 \lambda_1 + 3636 \lambda_2 + 3546 \lambda_3 + 3348 \lambda_4 + 3585 \lambda_5 + 3773 \lambda_6 + 4136 \lambda_7 + 4533 \lambda_8 + 4767 \lambda_9 + 4969 \lambda_{10} + 4789 \lambda_{11} + 5712 \lambda_{12} + 6062 \lambda_{13} \leq 3483 \theta$$

$$29395 \lambda_1 + 31018 \lambda_2 + 32403 \lambda_3 + 33778 \lambda_4 + 34346 \lambda_5 + 34246 \lambda_6 + 34535 \lambda_7 + 37249 \lambda_8 + 38780 \lambda_9 + 39438 \lambda_{10} + 40487 \lambda_{11} + 41353 \lambda_{12} + 41974 \lambda_{13} \leq 29395 \theta$$

$$330 \lambda_1 + 334 \lambda_2 + 345 \lambda_3 + 353 \lambda_4 + 384 \lambda_5 + 406 \lambda_6 + 413 \lambda_7 + 431 \lambda_8 + 453 \lambda_9 + 471 \lambda_{10} + 492 \lambda_{11} + 511 \lambda_{12} + 524 \lambda_{13} \leq 330 \theta$$

$$49.2 \lambda_1 + 49.3 \lambda_2 + 49.2 \lambda_3 + 49.5 \lambda_4 + 53.3 \lambda_5 + 54.5 \lambda_6 + 56.4 \lambda_7 + 56.8 \lambda_8 + 60.5 \lambda_9 + 62.3 \lambda_{10} + 62.2 \lambda_{11} + 64.4 \lambda_{12} + 64.9 \lambda_{13} \leq 49.2 \theta$$

$$646.7 \lambda_1 + 672.8 \lambda_2 + 649.0 \lambda_3 + 586.1 \lambda_4 + 615.6 \lambda_5 + 641.0 \lambda_6 + 699.0 \lambda_7 + 753.0 \lambda_8 + 785.0 \lambda_9 + 807.0 \lambda_{10} + 765.0 \lambda_{11} + 903.0 \lambda_{12} + 938.0 \lambda_{13} \leq 646.7 \theta$$

$$15.2 \lambda_1 + 16.0 \lambda_2 + 19.7 \lambda_3 + 25.3 \lambda_4 + 28.4 \lambda_5 + 31.3 \lambda_6 + 34.0 \lambda_7 + 36.3 \lambda_8 + 45.4 \lambda_9 + 48.8 \lambda_{10} + 50.9 \lambda_{11} + 55.2 \lambda_{12} + 53.8 \lambda_{13} \geq 15.2$$

$$44.3 \lambda_1 + 42.3 \lambda_2 + 39.4 \lambda_3 + 36.5 \lambda_4 + 35.7 \lambda_5 + 35.5 \lambda_6 + 36.6 \lambda_7 + 37.0 \lambda_8 + 36.2 \lambda_9 + 35.2 \lambda_{10} + 34.7 \lambda_{11} + 35.0 \lambda_{12} + 35.5 \lambda_{13} \geq 44.3$$

$$1.8 \lambda_1 + 1.7 \lambda_2 + 2.2 \lambda_3 + 2.1 \lambda_4 + 2.2 \lambda_5 + 2.3 \lambda_6 + 2.3 \lambda_7 + 1.8 \lambda_8 + 2.2 \lambda_9 + 2.5 \lambda_{10} + 2.6 \lambda_{11} + 3.9 \lambda_{12} + 4.2 \lambda_{13} \geq 1.8$$

$$493 \lambda_1 + 494 \lambda_2 + 496 \lambda_3 + 491 \lambda_4 + 504 \lambda_5 + 507 \lambda_6 + 520 \lambda_7 + 521 \lambda_8 + 533 \lambda_9 + 557 \lambda_{10} + 562 \lambda_{11} + 612 \lambda_{12} + 650 \lambda_{13} \geq 493$$

$$12.7 \lambda_1 - 27.7 \lambda_2 - 64.1 \lambda_3 - 13.8 \lambda_4 - 26.1 \lambda_5 + 0.3 \lambda_6 + 27.2 \lambda_7 + 33.8 \lambda_8 + 21.2 \lambda_9 + 24.7 \lambda_{10} + 18.5 \lambda_{11} + 48.5 \lambda_{12} + 49.0 \lambda_{13} \geq 12.7$$

$$\sum_{i=1}^{13} \lambda_i = 1$$

$$\lambda_i \geq 0$$

其中 λ_i , $i=1-13$, 表示铁路旅客运营系统从 1993 年—2005 年的 13 个的决策单元, 每一年为一个决策单元。

θ 表示 1993 年旅客运营系统的有效值。

由于 S^- , S^+ 分别表示松弛变量和剩余变量, 在线性规划方程的计算过程中不必写入, 因此原公式的 “=” 根据 S^- , S^+ 表达意义不同, 分别改为 “ \leq ” 或 “ \geq ”。

每一行线性规划方程不等式的左边对应的是每个输入或输出指标在 1993 年到

2005年的数据与其相应决策单元的乘积。不等式的右边是1993年这个输入指标值与 θ 的乘积或输出指标值。

根据线性规划方程在Excel上建模如下(如图4-1):

添加约束条，如图（4-2）。

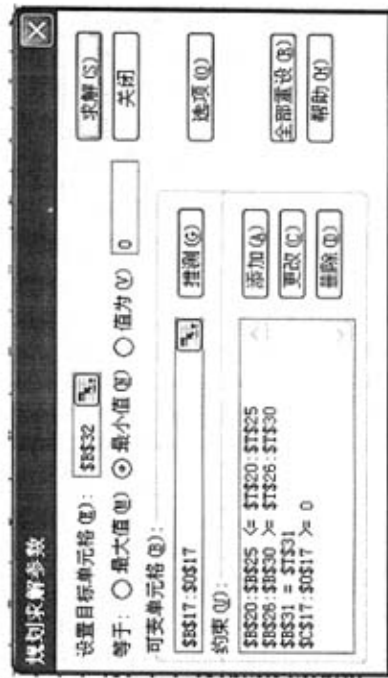


图 4-2 Excel 求解设置

Fig.4-2 Excel computation setup

求解得到 1993 年的旅客运营系统的有效性，见图（4-3），其中第 B 列第 17 行的数值 1 就是 1993 年铁路旅客运营系统的有效性。根据这个方法分别计算 1993 年—2005 年旅客运营系统各个决策单元的有效性。

4.3 评价结果及分析

根据计算得出 1993 年—2005 年铁路旅客运营系统的有效性（见表 4-2）。

表 4-2 客运有效值

Table4-2 passenger transport virtual value

年份	客运有效值
1993	1
1994	0.793192
1995	0.634879
1996	0.896325
1997	0.834623
1998	0.857321
1999	1
2000	0.993218
2001	0.960115
2002	0.956751
2003	0.912438
2004	1
2005	1

通过表 4-2 可知，1995 年铁路客运生产经营与经济效益匹配最差，有效性达到了最低值为 0.634879，生产运营中出现了资源浪费和配置不合理。分别在 1993 年，2004 年和 2005 年达到了相对有效。1993 年—2005 年我国铁路旅客运营相对有效性变化大致情况，如图（4-4）所示。

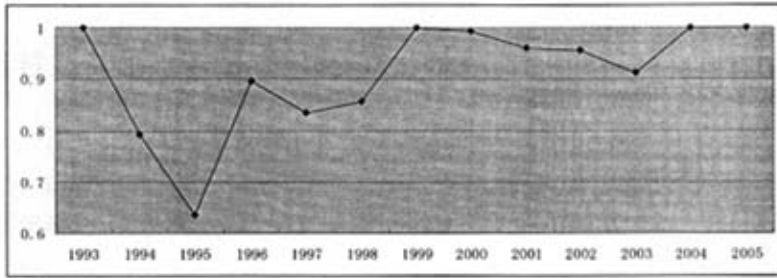


图 4-4 客运有效性变化曲线

Fig. 4-4 The virtual value curve of passenger transport

1993年后我国铁路旅客运营的有效值持续偏低,在1995年达到最低,可是这几年反映客运生产经营的大部分指标却是逐年增长。说明铁路客运生产运营中出现了配置的不合理,生产经营没有达到应有的效益。但是由于没有有效的监控,铁路部门一直没有发现问题,客运在这种低效益高产出下运营,1999年由于客运改革,强化了客运营销,使有效值不断提高。此后有效值不断增加,逐渐走出了客运低谷。近年来由于“非典”的影响,有效性在2002年前后出现了小幅度的波动,而后旅客运营发展良好。

结合表(4-1)的数据和图(4-4)可知,1993年旅客运营的生产经营指标和经济效益指标值并非很高,但是由于生产经营与经济效益相匹配,使1993年运营的相对有效值达到1。2002年的各项输入输出指标值几乎均大于2001年,但是2001年运营的有效值却高于2002年,这说明2001年旅客运营系统的各项输入输出指标的匹配程度高于2002年。因此,在评价旅客运营系统的有效性时,仅以生产经营和经济效益指标值的增加为依据,得出的评价结果是片面的,必须从生产经营和经济效益匹配程度出发,判断旅客运营系统的有效性。

4.4 本章小结

运用DEA方法,计算得出1993年—2005年13个决策单元的旅客运营有效值,并对评价过程进行了简要的介绍。通过评价结果的分析得出结论,旅客运营系统的有效性不能仅以指标值的增加为依据,需要从生产经营与经济效益的匹配程度出发,得出系统运营是否有效的判断。

5 铁路货物运营系统的有效性评价

从表(3-6)中形成的可用于DEA评价的铁路货物运输系统的输入输出指标出发,运用DEA方法,以一段时间(1993年—2005年)作为铁路货物运营系统的决策单元,评价铁路货物运营系统的有效性,并分析评价结果。

5.1 决策单元的设置

5.1.1 决策单元的选择

选择1993年—2005年13个决策单元,以铁路货物运营的生产经营指标为输入,经济效益指标为输出,评价铁路货物运营系统的有效性。

5.1.2 系统有效性评价指标设置

通过查阅《中国统计年鉴》^[43],分别得到1993—2005年各输入输出指标的数值,如表(5-1)所示。

表 5-1 货运系统的输入输出指标

Table5-1 the input/output indices of freight transport system

年份	输入							输出				
	A2	B2	C2	D2	E2	F2	G2	H2	I2	J2	K2	L2
1993	162663	11954	390097	735	30.1	56.1	2216	19.4	39.2	3.8	420	12.7
1994	163093	12458	415919	791	30.2	56.6	2302	21.2	37.5	3.7	421	-27.7
1995	165855	12870	432731	807	30.3	56.8	2350	21.6	36.3	4.5	424	-64.1
1996	168803	12970	443893	768	30.4	57.1	2280	24.1	35.8	4.4	422	-13.8
1997	169724	13097	437686	772	31.4	57.3	2266	27.1	34.6	4.6	428	-26.1
1998	161243	12312	439326	764	31.8	57.6	2129	31.2	33.0	4.7	430	0.3
1999	167196	12910	436236	768	32.8	57.7	2172	31.2	31.8	4.8	438	27.2
2000	178023	13771	443902	767	31.8	57.9	2274	31.8	31.1	3.8	443	33.8
2001	192580	14694	453620	757	32.1	58.1	2412	35.8	30.8	4.5	437	21.2
2002	204246	15658	459017	760	32.4	58.2	2533	34.5	30.9	5.1	445	24.7
2003	221178	17247	510327	780	32.8	58.3	2726	35.5	32.0	5.3	450	18.5
2004	249017	19289	526894	775	32.2	59.3	2986	37.9	27.8	7.6	455	48.5
2005	269296	20726	548368	770	33.1	60.1	3053	41.1	31.5	8.1	458	49.0
注:												
	A2: 为货物运输量 (万吨)							H2: 货运收入率 (千元/公里)				
	B2: 为货运周转量 (万吨公里)							I2: 货运市场占有率%				
	C2: 为货车保有量 (台)							J2: 货车列均检修耗费 (万元/列)				
	D2: 货车平均运距 (公里)							K2: 货车日产量 (公里/日)				
	E2: 货运列车旅行速度 (公里/小时)							L2: 运输利润 (亿元)				
	F2: 货车平均净载重 (吨/车)											
	G2: 货物运输密度 (万吨公里/公里)											

5.2 评价过程

采用 DEA 方法评价铁路货物运营系统的有效性的步骤如下: (以 1993 年铁路货物运营系统有效值的求解过程为例)

首先将表 (5-1) 所列指标值代入 DEA 模型 (公式 2-14) 中, 得到线性规划方程组如下:

Min θ

St

$$162663 \lambda_1 + 163093 \lambda_2 + 165855 \lambda_3 + 168803 \lambda_4 + 169724 \lambda_5 + 161243 \lambda_6 + 167196 \lambda_7 + 178023 \lambda_8 + 192580 \lambda_9 + 204246 \lambda_{10} + 221178 \lambda_{11} + 249017 \lambda_{12} + 269296 \lambda_{13} \leq 162663 \theta$$

$$11954 \lambda_1 + 12458 \lambda_2 + 12870 \lambda_3 + 12970 \lambda_4 + 13097 \lambda_5 + 12312 \lambda_6 + 12910 \lambda_7 + 13771 \lambda_8 + 14694 \lambda_9 + 15658 \lambda_{10} + 17247 \lambda_{11} + 19289 \lambda_{12} + 20726 \lambda_{13} \leq 11954 \theta$$

$$390097 \lambda_1 + 415919 \lambda_2 + 432731 \lambda_3 + 443893 \lambda_4 + 437686 \lambda_5 + 439326 \lambda_6 + 436236 \lambda_7 + 43902 \lambda_8 + 453620 \lambda_9 + 459017 \lambda_{10} + 510327 \lambda_{11} + 526894 \lambda_{12} + 548368 \lambda_{13} \leq 390097 \theta$$

$$735 \lambda_1 + 791 \lambda_2 + 807 \lambda_3 + 768 \lambda_4 + 772 \lambda_5 + 764 \lambda_6 + 768 \lambda_7 + 767 \lambda_8 + 757 \lambda_9 + 760 \lambda_{10} + 780 \lambda_{11} + 775 \lambda_{12} + 770 \lambda_{13} \leq 735 \theta$$

$$30.1 \lambda_1 + 30.2 \lambda_2 + 30.3 \lambda_3 + 30.4 \lambda_4 + 31.4 \lambda_5 + 31.8 \lambda_6 + 32.8 \lambda_7 + 31.8 \lambda_8 + 32.1 \lambda_9 + 32.4 \lambda_{10} + 32.8 \lambda_{11} + 32.2 \lambda_{12} + 33.1 \lambda_{13} \leq 30.1 \theta$$

$$56.1 \lambda_1 + 56.6 \lambda_2 + 56.8 \lambda_3 + 57.1 \lambda_4 + 57.3 \lambda_5 + 57.6 \lambda_6 + 57.7 \lambda_7 + 57.9 \lambda_8 + 58.1 \lambda_9 + 58.2 \lambda_{10} + 58.3 \lambda_{11} + 59.3 \lambda_{12} + 60.1 \lambda_{13} \leq 56.1 \theta$$

$$420 \lambda_1 + 421 \lambda_2 + 424 \lambda_3 + 422 \lambda_4 + 428 \lambda_5 + 430 \lambda_6 + 438 \lambda_7 + 443 \lambda_8 + 437 \lambda_9 + 445 \lambda_{10} + 450 \lambda_{11} + 455 \lambda_{12} + 458 \lambda_{13} \geq 420$$

$$19.4 \lambda_1 + 21.2 \lambda_2 + 21.6 \lambda_3 + 24.1 \lambda_4 + 27.1 \lambda_5 + 31.2 \lambda_6 + 31.2 \lambda_7 + 31.8 \lambda_8 + 35.8 \lambda_9 + 34.5 \lambda_{10} + 35.5 \lambda_{11} + 37.9 \lambda_{12} + 41.1 \lambda_{13} \geq 19.4$$

$$39.2 \lambda_1 + 37.5 \lambda_2 + 36.3 \lambda_3 + 35.8 \lambda_4 + 34.6 \lambda_5 + 33.0 \lambda_6 + 31.8 \lambda_7 + 31.1 \lambda_8 + 30.8 \lambda_9 + 30.9 \lambda_{10} + 32.0 \lambda_{11} + 27.8 \lambda_{12} + 31.5 \lambda_{13} \geq 39.2$$

$$3.8 \lambda_1 + 3.7 \lambda_2 + 4.5 \lambda_3 + 4.4 \lambda_4 + 4.6 \lambda_5 + 4.7 \lambda_6 + 4.8 \lambda_7 + 3.8 \lambda_8 + 4.5 \lambda_9 + 5.1 \lambda_{10} + 5.3 \lambda_{11} + 7.6 \lambda_{12} + 8.1 \lambda_{13} \geq 3.8$$

$$2216 \lambda_1 + 2302 \lambda_2 + 2350 \lambda_3 + 2280 \lambda_4 + 2266 \lambda_5 + 2129 \lambda_6 + 2172 \lambda_7 + 2274 \lambda_8 + 2412 \lambda_9 + 2533 \lambda_{10} + 2726 \lambda_{11} + 2986 \lambda_{12} + 3053 \lambda_{13} \geq 2216$$

$$12.7 \lambda_1 - 27.7 \lambda_2 - 64.1 \lambda_3 - 13.8 \lambda_4 - 26.1 \lambda_5 + 0.3 \lambda_6 + 27.2 \lambda_7 + 33.8 \lambda_8 + 21.2 \lambda_9 + 24.7 \lambda_{10} + 18.5 \lambda_{11} + 48.5 \lambda_{12} + 49.0 \lambda_{13} \geq 12.7$$

$$\sum_{i=1}^{13} \lambda_i = 1$$

$$\lambda_i \geq 0$$

其中 λ_i , $i=1\sim 13$, 表示铁路货物运营系统从 1993 年—2005 年的 13 个的决策单元, 每一年为一个决策单元。

θ 表示 1993 年货物运营系统的有效值。

由于 S^- , S^+ 分别表示松弛变量和剩余变量, 在线性规划方程的计算过程中不

必写入，因此原公式的“=”根据 S^- 、 S^+ 表达意义不同，分别改为“ \leq ”或“ \geq ”。

每一行线性规划方程不等式的左边对应的是每个输入或输出指标在 1993 年到 2005 年的数据与其相应决策单元的乘积。不等式的右边是 1993 年这个输入指标值与 θ 的乘积或输出指标值。

根据线性规划方程在 Excel 上建模，如图 (5-2) 所示。

然后添加约束条，见图 (5-1)。



图 5-1 Excel 求解设置

Fig.5-1 Excel computation setup

求解得到 1993 年货物运营系统的有效值。见图 (5-3)，其中第 B 列第 18 行的数值就是 1993 年的货物运营系统的有效值， $\theta=1$ 。

根据这个方法分别对 1993-2005 年货物运营系统的有效值进行计算。

1	B	输入										输出										D	P
		C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O									
2	年份	A2	B2	C2	D2	E2	F2	G2	H2	I2	J2	K2	L2	M2	N2	O2	P2						
3	1993	162663	11954	390097	735	30.1	56.1	420	19.4	39.2	3.8	2216	12.7										
4	1994	163063	12458	415919	791	30.2	56.6	421	21.2	37.5	3.7	2302	-27.7										
5	1995	163855	12870	432731	807	30.3	56.8	424	21.6	36.3	4.5	2350	-64.1										
6	1996	168803	12970	443893	768	30.4	57.1	422	24.1	35.8	4.4	2280	-13.8										
7	1997	169724	13097	437686	772	31.4	57.3	428	27.1	34.6	4.6	2266	-26.1										
8	1998	161243	12312	439326	764	31.8	57.6	430	31.2	33	4.7	2129	0.3										
9	1999	167196	12910	436236	768	32.8	57.7	438	31.2	31.8	4.8	2172	27.2										
10	2000	178023	13771	443902	767	31.8	57.9	443	31.8	31.1	3.8	2274	33.8										
11	2001	192580	14694	453620	757	32.1	58.1	437	35.8	30.8	4.5	241.2	21.2										
12	2002	204246	15658	459017	760	32.4	58.2	445	34.5	30.9	5.1	2333	24.7										
13	2003	221178	17247	510327	780	32.8	58.3	450	35.5	32	5.3	2726	18.5										
14	2004	249017	19289	526894	775	32.2	59.3	455	37.9	27.8	7.6	2986	48.5										
15	2005	269296	20726	548368	770	33.1	60.1	458	41.1	31.5	8.1	3053	49										
16																							
17	约束	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10	A11	A12	A13									
18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0									
19																							
20																							
21		=162663*C18+163093*D18+165855*E18+168603*F18+169724*G18+161243*H18+167196*I18+167196*J18+178023*K18+192580*L18																	=162663*B18				
22		=11954*C18+12458*D18+12870*E18+12970*F18+13097*G18+12312*H18+12312*I18+13771*J18+14694*K18+15658*L18																	=11954*B18				
23		=390097*C18+415919*D18+432731*E18+437686*F18+439326*G18+437686*H18+439326*I18+436236*J18+443902*K18+453620*L18																	=390097*B18				
24		=735*C18+791*D18+807*E18+768*F18+772*G18+764*H18+768*I18+767*J18+757*K18+760*L18+780*M18+775*N18+770*O18																	=735*B18				
25		=30.1*C18+30.2*D18+30.3*E18+30.4*F18+30.4*G18+31.4*H18+31.4*I18+31.4*J18+31.4*K18+31.4*L18+31.4*M18+31.4*N18																	=30.1*B18				
26		=56.1*C18+56.6*D18+56.8*E18+57.1*F18+57.3*G18+57.3*H18+57.3*I18+57.3*J18+57.3*K18+57.3*L18+57.3*M18+57.3*N18																	=56.1*B18				
27		=420*C18+421*D18+424*E18+422*F18+428*G18+430*H18+438*I18+437*J18+437*K18+445*L18+450*M18+455*N18+455*O18																	=420*B18				
28		=19.4*C18+21.2*D18+21.6*E18+21.6*F18+21.6*G18+21.6*H18+21.6*I18+21.6*J18+21.6*K18+21.6*L18+21.6*M18+21.6*N18																	=19.4				
29		=39.2*C18+37.5*D18+36.3*E18+35.8*F18+34.6*G18+34.6*H18+34.6*I18+34.6*J18+34.6*K18+34.6*L18+34.6*M18+34.6*N18																	=39.2				
30		=-3.8*C18+3.7*D18+4.5*E18+4.4*F18+4.4*G18+4.4*H18+4.4*I18+4.4*J18+4.4*K18+4.4*L18+4.4*M18+4.4*N18+4.4*O18																	=-3.8				
31		=2216*C18+2302*D18+2350*E18+2280*F18+2302*G18+2350*H18+2302*I18+2302*J18+2302*K18+2302*L18+2302*M18+2302*N18																	=2216				
32		=12.7*C18-27.7*D18-64.1*E18-13.8*F18-26.1*G18-26.1*H18-26.1*I18-26.1*J18-26.1*K18-26.1*L18-26.1*M18-26.1*N18																	=12.7				
33		=SUM(C18:O18)																	=				
34		=B18																	=				

图 5-2 Excel 建模图

Fig-5-2 The picture of excel modeling

1	B	C			D			E			F			G			H	I	J	K	L		M	N	O
		A1	A2	A3	B1	B2	B3	C1	C2	C3	D1	D2	D3	E1	E2	E3					F1	F2			
2	年份																								
3	1993	162663	11954	390097	735	30.1	56.1	420	19.4	39.2	38	2216	12.7												
4	1994	163093	12458	415919	791	30.2	56.6	421	21.2	37.5	37	2302	-27.7												
5	1995	165855	12870	432731	807	30.3	56.8	424	21.6	36.3	4.5	2350	-64.1												
6	1996	168803	12970	443893	768	30.4	57.1	422	24.1	35.8	4.4	2280	-13.8												
7	1997	169724	13097	437686	772	31.4	57.3	428	27.1	34.6	4.6	2286	-26.1												
8	1998	161243	12912	439326	764	31.8	57.6	430	31.2	33	4.7	2129	8.3												
9	1999	167196	12910	436236	768	32.8	57.7	438	31.2	31.8	4.8	2172	27.2												
10	2000	178023	13771	443902	767	31.8	57.9	443	31.8	31.1	3.8	2274	33.8												
11	2001	192380	14694	453620	757	32.1	58.1	437	35.8	30.8	4.5	2412	21.2												
12	2002	204246	15658	459017	760	32.4	58.2	445	34.5	30.9	5.1	2539	24.7												
13	2003	221178	17247	510327	780	32.8	58.3	450	35.5	30	5.3	2726	18.5												
14	2004	249017	19289	528894	775	32.2	59.3	455	37.9	27.8	7.6	2986	48.5												
15	2005	269296	20726	548268	770	33.1	60.1	458	41.1	31.5	8.1	3053	49												
16																									
17		A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10	A11	A12	A13											
18	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0											
19																									
20	约束:																								
21		162663												162663											
22		11954												11954											
23		390097												390097											
24		735												735											
25		30.1												30.1											
26		56.1												56.1											
27		420												420											
28		19.4												19.4											
29		39.2												39.2											
30		38												38											
31		2216												2216											
32		12.7												12.7											
33																									
34		1												1											

图 5-3 运算结果图
Fig.5-3 Operation result

5.3 货物运营系统有效性评价结果及分析

根据计算得出 1993—2005 年铁路货物运营系统的有效值，见表（5-2）

表 5-2 货运有效值

Table5-2 Freight transport virtual value

年份	货运有效值
1993	1
1994	0.795962
1995	0.688546
1996	0.887527
1997	0.817542
1998	0.93674
1999	0.978563
2000	0.987075
2001	1
2002	0.957645
2003	0.945427
2004	1
2005	1

有表可知，铁路货物运营在 1993 年相对有效值达到 1，投入的生产经营和产生的效益相匹配，在 1995 年达到最低的 0.688546。随后在 2001 年，2004 年，2005 年再次达到有效。1993 年到 2005 年我国铁路货物运营有效性的变化曲线如图（5-4）。

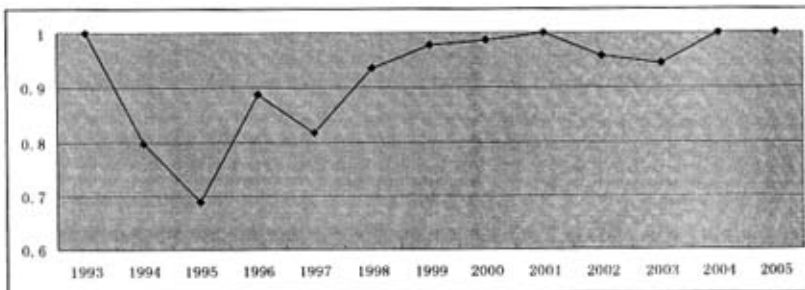


图 5-4 货运有效性变化曲线

Fig. 5-4 The virtual value curve of freight transport

从图(5-4)可以看出,1993-2005年我国货物运营系统相对有效性变化大致情况,在1991年货运达到有效后,铁路货运的有效性不断下降,正是因为没有对铁路货运生产经营全貌的进行正确的评价,使铁路货物运营管理部门没有发现问题的存在,使资源一直得不到有效的配置。1999年,铁路通过深化运输改革,强化货运营销,使货运系统的有效值得到了提高。2003年受“非典”问题的影响,货运出现了问题,但是随后的货运发展稳步,分别在2001年、2004年和2005年达到有效

DEA有效性评价方法是针对既有投入下的产出而言的,特别是在产出增加的情况下,也有可能得出“非有效”的评价。表5-1显示的输入输出数据量基本上都是持续增长的,但评价结果却并非连年有效,表明有些投入没有形成合理产出、存在浪费和未被利用的资源。

采用DEA理论的统计分析方法还可以从横向分析比较各铁路局的生产经营状况,或选取不同区域或路段的不同时期,以考察铁路新技术在不同地方的实施效果,应用方法同上。

5.4 本章小结

运用DEA方法对近13年的铁路货物运营系统的有效值进行计算,根据评价结果显示,铁路货物运营系统的有效值在近几年波动上涨,货运发展基本稳步。

6 提高铁路客货运营系统有效性的政策建议

铁路运营达到相对有效，是铁路运输企业能够持续、快速、健康发展的前提。随着社会主义市场经济的深入和发展，我们必须目光向内，以实现铁路运营有效为目的，通过改革企业的经营管理方式，实行资产经营责任制，挖潜内部潜力，来提高投入与产出之比。本文以如何实现铁路客货运营的有效为出发点，对铁路运营管理提出以下政策建议。

6.1 以经济效益为中心

积极推进铁路运输管理体制和经济增长方式的转变，企业经营管理要围着经济效益转，以实现国有资产保值增值为目的，全面落实资产经营责任制。稳步推进运营体制改革，转变以往那种重数量、重投入、轻效益、轻产出的传统观念。

重新制定和严格落实各项规章制度及管理制度，要克服管理指挥多种取向，考核控制多方否决的不良现象，各部门都要做到有章必循，建立成本控制管理体制和成本否决机制，明确落实责任制和考核范围、标准。提高运输调度指挥水平，按照效益最大化、管理最优化的原则，努力实现运输调控的科学化，减少运力资源的浪费。

铁路经济效益的稳步增长，是铁路实现长远规划和近期经营目标的根本保证。目前，各级各单位都有一些增加经济效益的激励与约束措施，但是，临时性和应急性的居多。所以，十分有必要建立长期的、统一的激励与约束机制。激励与约束机制可采用的基本方式有：依据运输收入的底线指标，实行超额奖励，欠收处罚，运输收入工资（奖金）含量制，职务（岗位）变化与运输收入挂钩考核等。不论实行何种方式，都应当贯彻利益与义务对等原则，指标和奖罚标准的科学合理原则，奖励向一线职工倾斜的原则，直接与间接的奖罚有别原则，奖罚的透明和公开原则等。

6.2 强化经营管理

强化内部管理，优化内部环境，建立良好的内部管理机制是企业发展的基础。任何企业如果没有良好的内部管理机制，就无法高效地进行生产和经营，也就无法形成企业自身的竞争力。对于铁路部门首先应当目光向内，挖掘内部存在的问题，通过改革和强化内部管理，提高生产经营绩效，提高企业的生存能力和竞争

能力。

6.2.1 加强铁路运营收入管理

近年来，伴随着市场竞争的加剧和“网运分离”运输体制的建立，以及资产经营责任制制度的实施，以“运输生产”为中心的思想意识，逐步向“增加运输收入，提高经济效益”的方向转变，干部职工的运输收入意识得到空前提高，但距离社会主义市场经济的要求还存在一定的距离。一是在企业功能的定位上，没有做到以盈利为目的去组织生产经营活动，在日常工作中，习惯于发送量、装卸排、周转量、周中停旅等指标，而对实现运输收入目标是实现经营目标、增加盈利的前提性条件认识不足；二是害怕“鞭打快牛”的想法比较盛行，出于害怕来年运输收入任务加码，所以，不能把增加运输收入变成自觉行动，不愿意在完成运输收入任务基础上，尽可能多的超额完成运输收入任务；三是缺乏大局意识。在客运上由于旅客票价收入归列车担当局所有，在客票发售中出现重本局轻外局的现象，时常造成外局担当列车的座席虚糜。使铁路运力资源不能挥出来。应有的作用。在货运上突出表现在相邻运输单位之间，特别是处在交界口的运输单位，互相争夺货源，势必造成运输设备的重复投资和运力资源的浪费。

所有这些都与增运增收提高铁路经济效益，增强铁路市场竞争力的要求不相适应，都必须坚决摒弃。把铁路管理部门需要加强运输收入管理，增加运输收入，放在铁路能否在国际国内市场竞争中取胜的战略高度来认识。自我加压，树立“铁路一家”的大局意识，彻底摒弃只重数量不重质量的做法；安排生产指标时，首先考虑如何增加运输收入；在进行指标考核时，首先考核运输收入指标。真正把运输收入指标摆在铁路经营指标的首位，以运输收入为核心去组织运输生产。

6.2.2 加强运输成本管理和控制

调整和优化结构，以转变经济增长方式，降低经济增长的成本为目标。大力推进资源优化配置和结构调整，加大成本支出控制力度，努力提高运输资源运用效率，提高经济增长质量和效益。

(1) 节约运输成本

通过推动调整结构，极大地促进了运输生产中成本的节约。一是推动生产布局的调整，提高机车车辆运用效率，压缩货车周转时间，提高货车日产量和机车日产量，减少机车车辆运用费用，通过生产站段的撤并减少间接生产人员和管理人员，相应减少间接生产费和管理费，同时，随着生产布局的调整，相应对机车

机型和客车车型合理地向集中的方向进行调整，对生产和设备修理能力进行整合，减少运用和修理费用；二是推动运输设备修理结构的调整，包括机车车辆大中维修，线路大中维修的合理比例，合理地延长修理间隔时间，提高修理的质量，节约修理费用；三是推动生产组织方式的优化。

近些年来，铁道部确立“以收定支，总量控制，动态调整，又减又增”的成本管理原则。在年初安排计划是，根据盈亏目标以及对收入的预计来安排成本计划，对成本总量进行控制，做到收支配比。在年度中，对成本实施全过程，全年的追踪管理。根据收入的完成情况及时调整成本计划，确保盈亏目标的完成。

(2) 加强支出控制

强化对运输支出的控制，规范了运输主业与多元经营的经济关系。严禁以站段多经的名义承揽机客车厂修、线路大修等业务，加强货车修理成本管理。在货车修理中引入竞争机制，实行货车段修、辅修、定检工作量招标。对影响货车质量和成本的关键配件和一项配件实施部集中招标采购。加强货车使用费收费管理，降低货车修理成本充分利用废旧物资，对换轨大修撤换下来没有安排更换再用轨计划的旧轨，经过技术鉴定和必要的整治，用于低等级线路、支线及新线到发线等。进一步加大物资招投标的力度和广度，减少采购环节，降低物资采购成本，推广柴油低烧一号技术，减少柴油的消耗和支出。

6.3 树立营销观念，提高竞争力

随着运输市场竞争的加剧和运输市场向买方市场的转变，运输企业开展营销活动是提高经济效益的有效途径，在实践中已经成为一种迫切需要。

6.3.1 分析运输需求

分析运输市场营销机会的前提是分析运输需求。运输需求是社会经济发展的一种客观现象，运输企业要获得发展，必须研究运输需求的发展和变化，从而有效地捕捉营销机会。在运输市场竞争愈是激烈的情况下，捕捉营销机会愈是重要。分析运输需求应当建立在科学分析的基础之上，在分析整个运输市场需求的同时，还要明确运输企业自身面对的市场份额，在此基础之上才有可能制定出合理可行的营销计划。

(1) 改善客货运输产品设计

列车数量和等级应按客、货流大小和结构设置。目前的运输组织方式基本还是生产型的，与营销的要求还有差距，表现在：与市场衔接能力差，对市场的变

化反映迟钝，不能随着市场的变化及时调整产品结构。常出现客、货运输有流时不能及时加开列车，无流时又不能及时停运列车。因此，铁路运输首先要满足客户对量的需求，当客货流量增大时，要及时增加列车对数。例如春节、“五一”、“十一”、元旦都是客流高峰时期，需要增开大量的临时旅客列车和旅游列车，其他还需增开诸如球迷专列、民工专列、战士复员、新兵入伍专列等多种形式的旅客列车。货运列车应当按照工农业生产的特点，及时调整运力，满足生产需要。例如在每年的农产品收获季节，应当调整运输计划，尽量满足客户对农产品输出而产生的运输需求。不仅如此铁路运输还需要满足客户对质的需求，铁路列车等级主要体现在车体设备、结构、客户活动空间，以及速度、服务、技术作业方式等方面。

(2) 普遍提高列车速度

列车速度，是铁路客户运输质量重要组成部分，铁路提速对提高铁路运输产品质量、提高铁路运输的竞争力起了巨大作用。随着铁路提速战略的实施，列车速度越来越快，重要城市之间的旅行时间缩短，铁路运输的竞争力越来越强，所以提速仍应是铁路“十五”提高运输产品质量的重要途径。

(3) 合理安排列车到发时刻。

随着运输市场竞争日趋激烈，合理安排列车到发时刻，也是吸引客货流的重要因素。在确定列车“到发时刻”时，应考虑客户、货主日常工作和生活的规律。“夕发朝至”列车、“朝发夕至”列车、“一日到达”列车、旅馆列车等就非常符合客户出行的要求。新产品开发是运输企业开展市场营销活动非常重要的一环，它是提高企业及产品竞争力的关键所在。运输企业只有不断开发出新产品，满足市场日益变化的需求，才能在竞争中立于不败之地。

在市场经济条件下，不同交通工具间的竞争首先是通过快捷来实现的。产品是否相对快捷不仅是企业竞争的主要手段，而且是竞争的热点，因此铁路必须开发更快速的产品。在目前情况下，铁路局必须积极为客货运营创造条件，在客观允许的区段开行更多快速的旅客列车，从而提高了铁路客货运的竞争力。

6.3.2 提高运输服务质量

服务质量是影响运输需求的最重要因素之一，而运输质量中最重要的一项指标就是安全。在各种运输方式中，铁路运输的安全性比较好，这也是它能够长期吸引众多旅行者的重要原因之一。在社会经济迅速发展的今天，在安全性不断提高的情况下，人们更多地注重迅速、准时和舒适，所以，运输的时间效用和舒适

程度成了人们选取不同运输方式的主要参考指标。高速铁路、高速公路的发展正是顺应了运输市场的变化。

(1) 提高产品质量

运输服务质量的好坏，在运输产品的经济技术特性上通过安全性、及时性、经济性、便捷性、舒适性等几方面反映出来，在运输服务的全过程上则是通过车前、车中、车后所有为履行服务的环节来体现。运输的全部过程决定了服务质量是一个不可分割的整体，如旅行速度的提高，同时造成列车发到时间的不合适，绝不可能给客户造成服务质量提高的印象。因此，提高产品质量需要从整体上把握，把安全、及时、经济、便捷、舒适等因素结合起来，提高产品质量。

(2) 提高企业形象

长期以来，铁路企业给人们留下的服务质量差的印象，一直难以改变，铁路企业树立良好的企业形象已成为当务之急。根据企业形象的要素组成，铁路应以变革企业理念、规范企业行为和强化视觉信息管理三方面为基点，改善陈旧的企业形象，树立市场化的全新铁路形象。同时针对铁路运输的服务业特征，将改善服务形象、员工形象和环境形象，作为塑造企业形象的重点环节。铁路局应通过制定有效的服务质量系统，建立合理的服务流程，组织优秀的服务人员这三个主要方面来提高客户服务满意度。在制定服务质量系统时，要以客户利益为着眼点，不断拓宽服务领域，但同时一定要认真征求直接服务客户的一线员工的意见，确保服务质量落到实处。在建立合理的服务流程上切实方便客户，在优化客户购票流程、进展初战流程等方面取得大的突破。在服务人员方面，建立物质激励和精神激励相结合的激励约束机制，充分发挥客货运服务人员的能动作用，激励员工的主动为客户提供满意服务的意识，塑造“顾客满意”的企业文化。

6.4 本章小结

结合铁路运营的现状，以提高铁路客货运营系统的有效性为目的，从提高经济效益、强化运营管理、树立营销观念、提高铁路竞争力几个方面提出了可行的政策建议。

7 结论与展望

7.1.1 结论

概述了 DEA 方法和模糊综合评价方法的理论和基本模型, 根据铁路客货运营系统指标的特点, 对有效性评价的实施步骤作了具体的说明, 为铁路客货运营系统的有效性评价提供了基础。

在对现行铁路运输统计指标研究和分析的基础上, 建立了铁路客货运营系统的生产经营和经济效益指标体系, 并以铁路客运生产经营指标为例, 对模糊综合评价方法运用于指标筛选的过程进行了介绍, 通过铁路客货运营生产经营指标和客货运营的经济效益指标的筛选, 形成了用于 DEA 有效性评价的输入输出指标。

运用 DEA 方法, 计算得出 1993 年—2005 年 13 个决策单元的客货运营有效值, 并对评价过程进行了简要的介绍。通过评价结果的分析得出结论, 客货运营系统的有效性不能仅以指标值的增加为依据, 需要从生产经营与经济效益的相匹配的角度出发, 判断系统运营的有效性。

结合铁路运营的现状, 以提高铁路客货运营系统有效性为目的, 从提高经济效益、强化运营管理、树立营销观念、提高铁路竞争力几个方面提出了相关的政策建议。

7.1.2 展望

本文结合铁路客货运营系统的特点, 首先运用模糊综合评价方法对指标体系进行筛选, 从而形成 DEA 有效性评价的输入输出指标, 然后, 运用 DEA 方法对系统的有效性进行评价。这种评价步骤对于指标值较多, 而且指标值确定的多投入多产出系统基本适用。可以弥补单独使用 DEA 方法进行系统有效性评价时, 无法对指标科学性做出判断的缺点。

本文对整个铁路运输运营系统的有效性进行了评价, 该方法还适用于各个铁路局或基层站点的运营有效性分析, 为了更好的为铁路运营服务, 可以通过软件的设计, 建立便于操作的数据库系统, 通过历年的统计数据或横向比较某一年各个铁路局运营情况, 判断运营的有效性, 使铁路管理部门能对运营状况进行监控, 根据运营有效值的变化, 及时发现问题、解决问题。

参考文献

- [1] 陈水利,李敬功,王向公编著.模糊集理论及其应用.第一版.北京.科学出版社.2005
- [2] 杨纶标,高英仪编著.模糊数学原理及应用.第三版.华南理工大学出版社.2001
- [3] Dyson.R.G and Thanassouhs.E.Reducing. Weight Flexibility in Data Envelopment Analysis. Journal of the Operational Research Society. 1988. 39(6) . P563 -576
- [4] 魏权龄.评价相对有效性的DEA方法——运筹学的新领域.第一版.中国人民大学出版社.1988. 11
- [5] 盛昭瀚,朱乔,吴广谋著.DEA理论、方法与应用.第一版.北京.科学出版社.1996
- [6] A.Charnes, W.W.Cooper, Phodes.E. Measuring the efficiency of decision making units. European Journal of Operation Research. 1978. (2). P429-444
- [7] 苏帆.我国铁路货物运输发展的灰色关联分析.数学的实践与认识.2005年. Vol35. No10. P71-75
- [8] 任民.我国铁路网运营的相对有效性评价分析.铁道学报.2006. Vol.28 No.6. P1~9
- [9] 武旭,胡思继,崔艳萍.铁路运输经济预警系统的研究.中国安全科学学报.2004. Vol14. No10. P33-36
- [10] 胡思继编著.铁路运输经济活动分析原理.第一版.北京.中国铁道出版社.2000
- [11] 胡思继编著.铁路运营指标分析原理.第一版.北京.中国铁道出版社.1984
- [12] 郎茂群,胡思继,胡锦涛.铁路货运总收入与运营指标关系的研究.北方交通大学学报.2000 Vol24. No3. P59-62
- [13] 朱晓立,叶峻青.1990~2001年我国铁路运输效率的综合评价.技术经济.2005.第 Vol5. No3. P21-23
- [14] 钱仲侯,杨爱芬编著.铁路运营与经济指标.第一版.北京中国铁道出版社.2003
- [15] 曲雯毓,唐焕文,李克秋.工业经济效益综合评价的DEA方法.系统工程与电子技术.1998. Vol10. P33-35
- [16] 魏权龄著.《数据包络分析》,第一版.北京.科学出版社.2004
- [17] 何建章主编.中国社会指标理论与实践.第一版.北京.中国统计出版社.1989
- [18] 戴世光著.外国经济统计指标方法的评介.第一版.北京.中国人民大学出版社.1979
- [19] 李卫东,龚玉荣,刘延平,冯善唐,郭润英.我国铁路运输业统计指标体系的框架设计研究.北京交通大学学报(社会科学版).2006. Vol.5. No.3. P6-9
- [20] 李宝旭.拓展铁路运输综合效益指标体系的探讨.铁路运输与经济 2003. Vol.25. No.3. P55-57
- [21] 沈欣,王晶.对铁路运输改革的几点建议.统计与咨询.2004. P32
- [22] 李学伟,赵新刚著.第一版.中国铁路投入产出分析.北京.中国铁道出版社.2004
- [23] 吕永波,胡天军,雷黎主编.系统工程.第一版.北京.北方交通大学出版社.2003
- [24] 顾培亮编著.系统分析与协调.第一版.天津.天津大学出版社.1998
- [25] 史俊玲.铁路货物运输组织模式综合效益评估研究[学位论文].北京.北京交通大学.2005
- [26] 任广立,李景元编著.企业经济效益增长与量化评估.第一版.北京.企业管理出版社.1998

- [27] 魏均著. 绩效指标设计方法. 第一版. 北京北京大学出版社. 2006
- [28] National Transportation Statistics U.S. Department of Transportation. 2004
- [29] Transport Statistics Annual Report The U.S. Department of Transportation. 2004
- [30] E.E.osuna and G.F.Newell. Control Strategies for an Idealized Public Transportation System. Trans.Sci.16. 1972
- [31] E.r.peterson.. Railyard modeling. Part I Prediction of Put-Through Times. Trans. Sci. 11. 1977
- [32] National Transportation Statistics U.S. Department of Transportation. 2004
- [33] Transport Statistics Annual Report The U.S. Department of Transportation. 2004
- [34] 王世权. 基于系统论下公司治理结构研究[学位论文]. 辽宁. 辽宁工程技术大学. 2002
- [35] 王宏. 铁路运价模糊综合评价方法的研究[学位论文]. 北京. 北京交通大学. 2000
- [36] 李晨虎. 铁路运输企业效绩评价体系设计的研究[学位论文]. 北京. 北京交通大学. 2000
- [37] 武旭, 胡思继, 崔艳萍, 马叶江. 铁路运输与社会经济协调发展评价问题的研究. 铁道学报. 2005. Vol.27. No.3. P20-25
- [38] 莫建芳, 叶世药. 基于 DEA 的资源配置状况分析. 运筹与管理. 2002. Vol.11 No.1. P42-45
- [39] 朱乔. 数据包络分析 (DEA) 方法的综述与展望. 系统工程方法与应用. 统计研究. 1994. Vol.3. No.4. P1-8
- [40] 魏权龄, 卢刚, 蒋一清, 盛景焯. DEA 方法在企业经济效益评价中的应用. 1990. Vol.134 No.2. P58-62
- [41] 赵海青. 主成分分析法在工业经济效益指标评价中的应用. 保定师范专科学校学报. 河北. 2004. Vol.17 No.4. P12-14
- [42] 李刚, 关宏伟. DEA 分析应用于上市公司绩效评价. 吉林. 中国会计电算化. 2003. 第三期. P13-16
- [43] 中国统计年鉴. 北京. 中国统计出版社. 1994-2006
- [44] 铁路统计指标手册[2003]. 北京. 铁道部统计中心. 2004
- [45] Ali.A1.etal. Strict VS. Weak Ordinal Relations for Multipliers in Date Envelopment Analysis. Management Science. 1991. 37 (6). P733-738
- [46] 徐文芹. 工业企业经济效益指标体系及其综合评价. 华东经济管理. 2001. Vol.15 No.6 P41-43
- [47] 杨雄胜, 杨臻黛. 企业综合评价指标体系研究. 财政研究. 第五期. 1998. P40-46
- [48] 姜晓燕. 铁路旅客运输运营指标体系优化研究[学位论文]. 成都. 西南交通大学. 1997

作者简历

2000年—2004年就读于北京交通大学交通运输学院 获交通运输工学学士学位

2004年至今于北京交通大学交通运输学院 攻读系统工程工学硕士学位


2005年参与铁道部部级项目“跨越式发展下铁路集装箱快捷货物运输系统的研究”

2006年1月以第一作者在“物流科技”杂志上发表论文“铁路集装箱运量发展预测”

2005年9月—2006年6月参与课题“‘市场营销’双语教学设计的理论研究与实践探索”

独创性声明

本人声明所呈交的学位论文是本人在导师指导下进行的研究工作和取得的研究成果，除了文中特别加以标注和致谢之处外，论文中不包含其他人已经发表或撰写过的研究成果，也不包含为获得北京交通大学或其他教育机构的学位或证书而使用过的材料。与我一同工作的同志对本研究所做的任何贡献均已在论文中作了明确的说明并表示了谢意。

学位论文作者签名：  签字日期： 2007 年 6 月 14 日

学位论文版权使用授权书

本学位论文作者完全了解北京交通大学有关保留、使用学位论文的规定。特授权北京交通大学可以将学位论文的全部或部分内容编入有关数据库进行检索，并采用影印、缩印或扫描等复制手段保存、汇编以供查阅和借阅。同意学校向国家有关部门或机构送交论文的复印件和磁盘。

（保密的学位论文在解密后适用本授权说明）

学位论文作者签名：郭晶

导师签名：姜青山

签字日期：2007年6月14日

签字日期：2007年6月13日