

铁路投融资风险问题研究

——基于项目价值评估的实证分析



TieLu TouRongZi FengXian Wenti Yanjiu
JiYu XiangMu JiaZhi PingGu De ShiZheng FenXi

孔竞成 文金明 / 著

中国财经出版传媒集团



经济科学出版社
Economic Science Press

铁路投融资风险问题研究

——基于项目价值评估的实证分析



TieLu TouRongZi FengXian WenTi Yanjiu
JiYu XiangMu JiaZhi PingGu De ShiZheng FenXi

孔竟成 文金明 / 著

中国财经出版传媒集团



经济科学出版社
Economic Science Press

图书在版编目 (CIP) 数据

铁路投融资风险问题研究：基于项目价值评估的实证分析/
孔竞成、文金明著. —北京：经济科学出版社，2016. 12
ISBN 978 - 7 - 5141 - 7497 - 7

I. ①铁… II. ①孔…②文… III. ①铁路运输 - 投资风险 -
研究 - 中国②铁路运输 - 融资风险 - 研究 - 中国 IV. ①F532

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2016) 第 293188 号

责任编辑：王 丹

责任校对：王肖楠

责任印制：邱 天

铁路投融资风险问题研究

——基于项目价值评估的实证分析

孔竞成 文金明 著

经济科学出版社出版、发行 新华书店经销

社址：北京市海淀区阜成路甲 28 号 邮编：100142

总编部电话：010 - 88191217 发行部电话：010 - 88191522

网址：www. esp. com. cn

电子邮件：esp@ esp. com. cn

天猫网店：经济科学出版社旗舰店

网址：http://jjkxebbs. tmall. com

北京汉德鼎印刷有限公司印刷

三河市华玉装订厂装订

710 × 1000 16 开 14. 75 印张 260000 字

2016 年 11 月第 1 版 2016 年 11 月第 1 次印刷

ISBN 978 - 7 - 5141 - 7497 - 7 定价：30. 00 元

(图书出现印装问题，本社负责调换。电话：010 - 88191510)

(版权所有 侵权必究 举报电话：010 - 88191586)

电子邮箱：dbts@ esp. com. cn)

序

近几年，我国铁路投资建设不断提速，截至“十二五”末我国铁路运营里程达 12.1 万公里，其中高铁总里程已超过 2 万公里。铁路网的布局和建设，极大地推动了我国经济的发展与社会进步。

2016 年 7 月，我国正式发布了新版《中长期铁路网规划》（以下简称《规划》），《规划》显示，我国高速铁路网将在原规划“四纵四横”主骨架基础上，增加客流支撑、标准适宜、发展需要的高速铁路，同时充分利用既有铁路，形成以“八纵八横”主通道为骨架、区域连接线衔接、城际铁路补充的高速铁路网。本次规划期为 2016 ~ 2025 年，远期展望到 2030 年。这表明，“十三五”及未来很长一段时间，铁路建设仍然是我国基础设施建设的重点，投资仍将保持高位。

机遇与挑战并存，效益与风险共生。铁路建设项目，由于资金投入量大、资金回收周期长、影响因素多，项目投融资的高风险性与结果不确定性特别突出。铁路投融资的风险管理，是政府部门、铁路总公司、地方铁路投资公司以及金融机构等铁路投融资利益相关方关注的重点。在铁路投资规模高增长时期，我们必须重视铁路投融资风险，通过风险识别、评估、预测、防范等重要环节进行有效的风险管理。

目前，国内外对于铁路投融资的研究主要集中在投融资方式

创新和投融资体制改革两大领域，而对于铁路投融资风险问题的研究则相对较少，并且主要是定性分析及宏观论述，通过建立模型并利用数据来加以量化评估风险的系统性研究几乎是个空白。本书通过建立风险评估模型，就风险属性进行量化评估，从而确定给出合理化风险控制建议并制定最终的风险防范措施，对于推进铁路项目建设的健康发展具有重要的理论价值和现实意义。

本书从实物期权定价原理出发，通过建立与运量、运价、能源价格、利率挂钩的无风险套利组合，并充分考虑巨灾事件的影响，建立实物期权偏微分方程，推导方程解析解形式，并提出相关解析解的数值解法。以实物期权 PDE 定价方法导出更接近现实投融资体系的动态财务分析模型。通过动态财务分析模型来分析铁路资产价值和投融资风险，选取了客运量、货运量、运价、能源价格、单位耗能、利率、巨灾、管理运营费用及人力成本八个对铁路经营状况具有重要影响的因素来建立动态财务评估模型，并综合运用蒙特卡洛模拟、Copula 函数、信度理论等相关方法和理论展开对铁路项目投融资收益和风险的评估。同时，本书还选取了我国西南地区某普速铁路项目进行实证分析，来验证模型的科学性和适用性。

本书的作者作为铁路投融资项目的从业人员，主要从事铁路项目融资、风险价值评估等具体工作，具备一定的实践经验，这为作者研究铁路投融资风险问题奠定了良好的基础。但由于铁路投融资风险研究需要经济学、管理学、投资学、财政学、金融学、会计学等多个学科知识进行跨学科研究，同时，涉及的相关影响因素较多，数据获取难度大等困难和挑战，作者以初生牛犊不怕虎的勇气，刻苦钻研，以项目作为研究视角，创新运用动态财务分析思想作为研究思路，对于铁路投融资风险管理提出了合理配置铁路项目融资资产、优化巨灾风险安排等前瞻性的建议。

2016年是“十三五”的开局之年，国家又发布了新版的《中长期铁路网规划》，在国家政策支持继续加快铁路建设发展之际，希望本书的出版，能在一定程度上促使铁路项目参与各方重视铁路投融资风险问题，对铁路投融资风险管理有所帮助，为我国铁路建设健康发展尽绵薄之力。



2016年12月



铁路作为重要的交通基础设施和国民经济的大动脉，对国民经济发展所起的重要作用不言而喻。然而目前铁路快速发展过程中存在的问题同样突出，尤其是对于铁路投融资过程中存在的风险问题，并没有得到充分的重视。越是在铁路投资规模高速增长时期，越应该更加重视铁路投融资风险，对其进行有效的管理。这对于推进我国铁路行业健康、快速发展具有重要意义。不确定性和风险是与投资相关的固有问题，铁路具有资本密集和不可逆的性质，在铁路投资建设规模持续增长的背景下，怎样管理和防控投融资风险，这是一个项目在投融资的过程中需引起重视的问题。对于铁路投融资的风险管理是政府部门、铁路总公司、地方铁路投资公司以及金融机构等铁路投融资利益相关方需要重点关注和采取措施的。本书研究的主要目的是让政府、铁路投资企业、金融机构等资金供给方等铁路建设相关参与者重视铁路投融资风险，并对实施风险防范与控制措施提供政策及操作参考建议，通过参与各方协作建立完善的风险防控体系，从而提高我国铁路项目的投融资风险管理水平。

目前国内外文献对于铁路投融资的研究主要围绕投融资方式创新和投融资体制改革两个主题展开，而对于铁路投融资风险问题的研究则相对较少。就目前对于铁路投融资风险问题的研究来看，也主要是定性分析，并以宏观论述居多，通过建立模型并利

用数据来加以量化评估风险的研究较少；另外，以往的研究主要集中在铁路投融资风险的静态分析，较少开展铁路投融资动态财务指标评估。因此，建立一个适用、有效、整合性的动态风险评估模型，就风险属性进行量化评估，从而确定给出合理化风险控制建议并制定最终的风险防范措施，对于推进投融资工作，确保推进铁路项目建设发展具有重要的现实意义。

本书综合运用现代期权定价思想，建立相关偏微分方程，并就方程的求解进行了深入探讨，在给出实物期权理论解析解的基础上，提出了获得铁路投资项目价值的数值解的思路和方法，并提出了运用动态财务分析方法对铁路投融资项目价值进行综合全面评估的思路和方法。在运用动态财务分析模型有效地分析铁路资产价值和投融资风险的过程中，本书选取了客运量、货运量、运价、能源价格、单位耗能、利率、巨灾、管理运营费用及人力成本 8 个对铁路经营状况具有重要影响的因素来建立了动态财务评估模型，并综合运用蒙特卡洛模拟、Copula 函数、信度理论等相关方法和理论展开对铁路项目投融资收益和风险的评估。风险识别与风险评估是本书最核心的部分。在此基础之上对铁路投融资风险的预测、防范与控制及风险管理优化与升级的政策建议则是本书最有现实意义的部分，以期有益于我国铁路投融资风险管理实践。

作者

2016 年 12 月

目 录

第一章 绪论	1
第一节 研究背景	1
第二节 研究目的及意义	7
第三节 国内外相关研究进展综述	9
第四节 研究思路、内容及研究方法	19
第五节 研究重点、难点以及可能的创新点	22
第二章 铁路投融资风险概念界定及相关理论基础	26
第一节 铁路运输产品属性探讨及其分类	26
第二节 铁路投融资风险相关概念界定	33
第三节 铁路投融资相关理论	37
第四节 风险管理相关理论方法	38
第三章 铁路投融资风险识别	46
第一节 铁路投融资风险识别的准备工作	46
第二节 铁路投融资风险识别	58
第三节 适用于铁路项目风险识别的方法	65

第四章	基于实物期权定价原理的铁路企业价值分析	68
第一节	实物期权评估理论方法概述	69
第二节	基于期权定价理论的铁路投资项目实物期权定价 方程设定	70
第三节	铁路投资项目实物期权理论价格解析解	71
第四节	蒙特卡洛方法求解铁路项目实物期权价格	80
第五节	铁路企业实际资产跳—扩散条件下的实物期权 定价模型	82
第五章	铁路投融资风险评估	86
第一节	铁路投融资风险定量评估模型	87
第二节	变量间 Copula 相关关系确定	120
第三节	关于客货运量、能源价格、利率变动值统计 描述及边缘分布	129
第四节	关于客货运量、能源价格、利率相关性的 Copula 函数确定	141
第五节	动态财务分析蒙特卡洛模拟实证分析案例	151
第六章	铁路投融资风险预测与防控	179
第一节	铁路投融资风险预测	179
第二节	风险预测系统的构建	180
第三节	铁路投融资风险防范与控制	185
第七章	铁路投融资风险管理优化与升级	190
第一节	政府对铁路投融资风险管理的优化与升级	190
第二节	投资主体对铁路投融资风险管理的优化与升级	195

第三节	资金方对铁路投融资风险管理的优化与升级	200
第四节	本书的方法对铁路项目运用 PPP 模式的 重要意义	201
第八章	研究结论	203
第一节	本书的基本结论	203
第二节	本书的后续研究空间	205
附录		
附录 A:	管理运营费用及人力成本模型推导	207
附录 B:	CIR 利率模型非中心卡方分布特性推导	209
参考文献		211
后记		222

第一章

绪 论

第一节

研究背景

铁路的出现和发展对世界经济做出了积极贡献，发达国家和新兴国家大多有过铁路作为社会先行资本超前发展的经历，即在经济高速发展之前先行投入资金建设发展铁路，以铁路的修建带动其他产业的高速发展，进而推动整个经济社会进入发展快车道。19 世纪中后期到 20 世纪初，美、英、德、法等国家的铁路进入发展最快的时期，并为其之后的经济发展和工业现代化奠定了坚实的基础。美国铁路在经历一段发展停滞期后，也迎来了复兴计划。铁路是国家重要交通基础设施，也是国民经济大动脉，其在我国经济社会发展中的地位和作用至关重要。洪仁玕在《资政新篇》中提出了修筑铁路的计划，他的铁路思想重点体现在铁路的现实价值、时代意义及近代铁路的规划与建设三个方面。孙中山在其著作《建国方略》中对铁路的建设十分重视，很早便规划了中国铁路的蓝图，以及 10 年修建 10 万英里铁路的宏伟目标。在其 1919 年完成的

《实业计划》^①中他总结美国经济发达的门径时,认为修筑铁路是第一条。

近两年来,国家对铁路投资带动经济发展的作用十分重视,国务院召开的多次常务会议均提及铁路建设发展的相关内容,其中2015年8月召开的国务院常务会议要求加快铁路、水利等重大工程建设,设立PPP项目引导资金,扩大有效投资需求;2015年9月召开的国务院常务会议将铁路项目资本金最低资本金比例由25%调整至20%。在近期的铁路发展政策支持方面,包括2013年8月国务院下发的《关于改革铁路投融资体制加快推进铁路建设的意见》,2014年7月国务院办公厅发布《关于支持铁路建设实施土地综合开发的意见》等文件;在融资方式的支持方面,设立了规模为2 000亿~3 000亿元/年的铁路发展基金,并允许信托专项对接铁路发展基金,由国家开发银行发起设立专项建设基金支持铁路项目建设。这些配套政策措施的发布均是为铁路建设加快发展营造良好的投融资环境,破解铁路建设融资难题。

随着“一带一路”战略的纵深推进以及铁路建设在“稳增长”中的重要作用,我国铁路建设投资将继续保持高位运行,与建设规模相对应的铁路投融资也将不断扩大规模。铁路建设最重要的是有足够的资金保障,在我国财政收入增速放缓、投资主体铁路总公司债务不断攀升等情况下,必然对未来铁路投融资工作提出更高的要求。与此同时,铁路投融资的风险问题也就凸显出来。从以下六个方面来看,进行铁路投融资风险问题研究很有必要。

一、铁路建设投资规模不断扩大,投融资环境日趋重要

截至“十二五”末期,我国铁路总营业里程达到12.1万公里,其中高铁1.9万公里。“十二五”规划以来,我国以“四纵四横”高速铁路建设为重点,不断加大力度,取得了很大的成就,成为全球高铁投产运营里程最长的国家,占世界高铁的60%以上,高速铁路网也随着通车里程的增加不断完善。我国2004年制定的中长期铁路网规划指出,到2020年铁路运营里程

^① 《实业计划》是《建国方略》的三部分之一,为其物质建设部分,其余两部分为《孙文学说——行易知难(心理建设)》及《民权初步(社会建设)》。

达到 10 万公里，这标志着我国提前 5 年完成了当时的“十三五”规划的铁路建设目标。2008 年经调整的铁路网规划中，重新提出了到 2020 年我国铁路营业里程的目标是 12 万公里以上。而在我国铁路的“十二五”规划中，又将达成这个目标的时间提前到了 2015 年。根据 2016 年 7 月发布的新版《中长期铁路网规划》，2016 ~ 2025 年，我国高速铁路网将在原规划“四纵四横”主骨架基础上，构建“八纵八横”高速铁路网。

除 2011 年外，“十二五”期间铁路建设每年实际完成投资均超过年初计划投资数（见表 1-1、图 1-1）。

表 1-1

“十二五”期间铁路固定资产投资情况

单位：亿元

年份	计划投资	实际投资
2011	6 000	5 906
2012	6 300	6 310
2013	6 500	6 638
2014	8 000	8 088
2015	8 000	8 238

资料来源：根据“十二五”期间铁道统计公报整理。

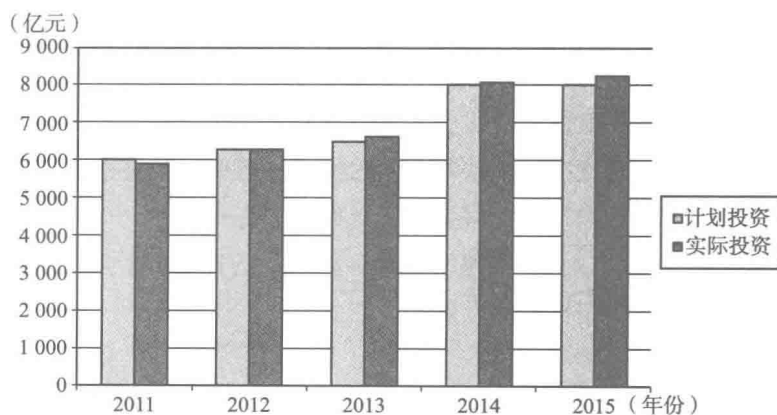


图 1-1 “十二五”期间铁路投资情况

根据国家铁路局初步拟定的计划，“十三五”期间铁路投资规模为 2.8

万亿元，将新建铁路线 2.3 万公里。从“十三五”铁路规划的投资额来看，“十三五”依然是铁路发展的黄金期。而综观铁路投资历史，再加上近两年铁路投资额均在 8 000 亿元以上，2.8 万亿元这一数字要略显保守，前瞻预计“十三五”期间铁路的总投资额将会接近 4 万亿元。从国家推动高铁出海战略，泛亚高铁和欧亚高铁国内段均已动工，而高铁出海与国家的“一带一路”战略也不谋而合，根据预测，泛亚、欧亚和中亚高铁线将是中国高铁全产业链的输出，因此，“十三五”期间，铁路产业链享受的不单单是国内的 4 万亿元投资，还有泛亚、欧亚和中亚高铁的投资，“十三五”铁路建设无疑将迎来另一个黄金期。与此同时，如何筹集 4 万亿元巨大规模的资金将成为一个亟待解决的难题，在财政资金有限的情况下，铁路建设资金需通过多元化方式筹集，打造良好的铁路投融资环境就显得尤为重要。

二、铁路投融资风险研究成为铁路建设发展新课题

由于铁路具有准公益性，因此铁路投融资往往和政府信用捆绑在一起，一些观点甚至认为铁路的风险即是国家主体信用风险。由于获得铁路投资主体拥有财政的隐性担保，其在铁路投融资过程中的风险问题一直未得到应有的重视。历史经验证明，对风险的不重视所带来的后果可能是灾难性的。清朝政府正是由于忽视铁路投融资风险，贸然想把民间投入铁路的股本收归国有，引起地方强烈反对，于是爆发了引起清朝灭亡的保路运动。“十三五”时期，国家仍将高度重视铁路建设，尤其是中西部铁路建设依然是重点。铁路建设投融资规模高速增长是铁路行业的机遇，但更应该重视建设规模增长背后的投融资风险。如何对铁路投融资风险进行不确定性分析和风险评估，对项目进行科学的规划，有效利用各方面资源，充分调动社会资本，使铁路投融资健康发展是我国铁路建设发展面临的一个新课题。

三、铁路行业债务风险凸显，亟待推进铁路投融资风险研究

我国不断刷新铁路建设规划目标的同时也造成了铁路投资主体负债高企的局面，使其面临沉重的还本付息压力。我国目前的铁路建设资金来源除财

政资金外，主要由铁路总公司通过银行贷款、发行铁道债及其他市场化融资筹措。在铁路建设大发展的时代背景下，铁路投融资中的风险问题却不得不提高关注，铁路建设的资金除了财政预算内资金直接投入外，主要来自于政府信用担保的债务，铁路大规模建设带来了铁路债务风险，应得到充分的重视，否则会导致铁路投融资的不可持续，为铁路建设资金筹措带来困难。

四、多年的铁路投融资形成了大量的政府隐性债务

中央政府及地方政府投资于铁路建设形成的债务规模庞大。根据 2013 年 12 月 30 日国家审计署公告的全国政府性债务审计结果，“中国铁路总公司（原铁道部）通过发行政府支持债券或以铁路建设基金提供担保等方式举借 22 949.72 亿元，用于铁路项目建设。如果铁路总公司出现偿债困难，政府可能承担一定的救助责任。”虽然本次全国政府性债务审计并未将铁路建设形成的债务纳入统计口径，但做出了以上特别说明。加之各省区市地方铁路投融资平台公司举借的债务，多年的铁路投融资形成了大量的政府隐性债务。

截至 2015 年 9 月末，根据铁路总公司披露的信息，其资产总额为 5.97 万亿元，负债总额为 3.94 万亿元，资产负债率大约为 66%，而 2011 年末铁路总公司的资产负债率为 60.55%。显然，随着铁路总公司资产负债率的不断攀升，依靠铁路总公司本身的企业信用进行负债融资的弊端将越来越凸显（见表 1-2、图 1-2）。

表 1-2

铁路总公司资产负债情况

单位：万亿元，%

年份	资产	负债	资产负债率
2011	3.98	2.41	60.55
2012	4.49	2.79	62.14
2013	5.05	3.23	63.96
2014	5.61	3.68	65.60
2015 年 9 月末	5.97	3.94	66.00

资料来源：“十二五”期间铁路总公司财务报表。

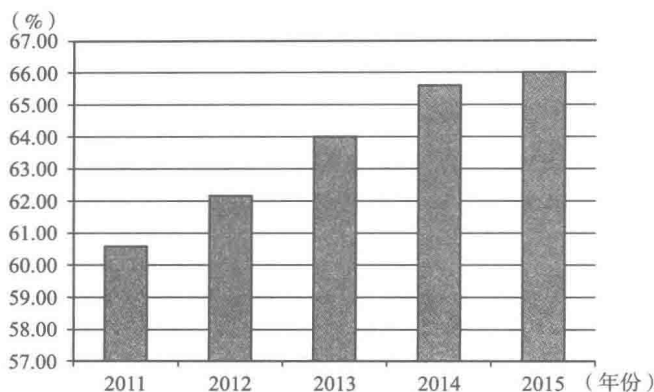


图 1-2 铁路总公司资产负债率

五、铁路投融资风险与财政、金融风险高度相关，应引起足够重视

目前由于我国的铁路建设主要由铁路总公司、地方投融资平台公司作为投资主体，铁路投资主要来源是财政资金，融资主要依靠银行贷款、发债、设立铁路基金等方式，项目融资部分也统一由铁路总公司统借统还，并未做到真正的以项目未来的经营现金流作为还款来源。对于铁路的投资和融资风险形式上都由铁路总公司以及地方政府作为出资人代表的平台公司承担，但实质上还有国家信用作为隐性担保，因此铁路投融资的风险与财政、金融风险高度相关，需引起足够重视。尤其是在我国经济进入“新常态”，GDP 和财政收入增速放缓的情况下，更应该警惕铁路投融资风险对财政、金融风险的传导性。

六、在国家政策鼓励民间资本参与铁路建设的背景下，风险评估、预测可以帮助社会资本分析铁路投融资风险，促进铁路项目推广采用 PPP 模式融资建设

虽然国家出台了多项政策意见支持铁路建设引入民间资本，但目前却收效甚微，重要原因是由于目前对于铁路项目的风险并没有得到准确的评估，