

分类号 _____
U D C _____

密级 _____
编号 10741



硕士学位论文

(专业学位)

论文题目 组合评价视角下绿色债券融资效率研究
——以武汉地铁集团绿色债券为例

研究生姓名: 王珊珊

指导教师姓名、职称: 杨世峰 教授

学科、专业名称: 金融硕士

研究方向: 金融理财与投资实务

提交日期: 2021年5月25日

独创性声明

本人声明所呈交的论文是我个人在导师指导下进行的研究工作及取得的研
究成果。尽我所知，除了文中特别加以标注和致谢的地方外，论文中不包含其他
人已经发表或撰写过的研究成果。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： 王珊珊 签字日期： 2021.5.25

导师签名： 杨军 签字日期： 2021.5.25

导师（校外）签名： _____ 签字日期： _____

关于论文使用授权的说明

本人完全了解学校关于保留、使用学位论文的各项规定， 同意（选择“同
意”/“不同意”）以下事项：

1.学校有权保留本论文的复印件和磁盘，允许论文被查阅和借阅，可以采用
影印、缩印或扫描等复制手段保存、汇编学位论文；

2.学校有权将本人的学位论文提交至清华大学“中国学术期刊（光盘版）电
子杂志社”用于出版和编入CNKI《中国知识资源总库》或其他同类数据库，传
播本学位论文的全部或部分内容。

学位论文作者签名： 王珊珊 签字日期： 2021.5.25

导师签名： 杨军 签字日期： 2021.5.25

导师(校外)签名： _____ 签字日期： _____

Research on Financing Efficiency of Green Bonds from a Combination Evaluation Perspective

--case of Wuhan Metro Green Bonds

Candidate : Wang Shanshan

Supervisor: Yang Shifeng

摘要

改革开放以来,我国经济发展取得了举世瞩目的成就,但也面临着污染环境、过度消耗资源等问题,为此党的十八大会议中正式将“生态文明建设”写入党章,十九届五中全会中再次强调要建设美丽中国,走绿色发展之路。实现经济转型升级与高质量发展,离不开绿色金融的支持。绿色债券是绿色金融体系中重要的组成部分之一,可同时兼顾环境保护与金融投资,自2016年我国绿色债券市场启动以来,中国绿色债券发行量在全球位列前茅。而发行绿色债券之后,所募集资金的使用成效如何,绿色债券是否会因自身的特色优势而融资效率偏高,通过对这一问题的深入研究,将对绿色债券市场的进一步发展有着积极的借鉴意义与启示。

本文运用实证与案例相结合研究了中国绿色债券的融资效率,在实证分析方面,运用了因子分析法与数据包络分析法(DEA)的组合评价法来测度绿色债券融资效率,并根据发行主体所处行业、发行债券的时间、非绿色的特点等原则选取了普通债券作为对照组;在案例分析方面,以城市轨道交通武汉地铁集团发行的系列绿色债券为研究对象,探究其利用绿色债券融资的动因、效益、隐藏的风险。结果表明,绿色债券融资效率高于普通债券,但整体而言绿色债券融资效率仍偏低,就其主要原因是所募集资金的规模过大,资金冗余,且不能及时高效利用,从而使部分资金闲置,影响了融资效率。据此,为了提高绿色债券融资效率,建议从宏观与微观双重层面来改进:一方面政府要加大相关政策扶持力度、优化制度、完善标准来拓展绿色债券发展空间;另一方面,企业应加强债券募集资金的规模使用效率、保证经营业务合规、谨防绿色债券违约风险。

关键词: 绿色债券 融资效率 因子分析 DEA 模型 武汉地铁绿色债券

Abstract

Since the reform and opening up, China's economic development has made great achievements. But it is also faced with the problems of polluting the environment and excessive consumption of resources. Therefore, the 18th National Congress of the Party formally wrote the "construction of ecological civilization" into the Party Constitution. The Fifth Plenary Session of the 19th CPC Central Committee once again stressed the necessity to build a beautiful China and take the road of green development. The realization of economic transformation and upgrading and high-quality development can not be separated from the support of green finance. Green bonds are one of the important parts of the green financial system, which can take into account both environmental protection and financial investment. Since the launch of China's green bond market in 2016, China's green bond issuance has come out in front in the world. After issuing green bonds, how effective are the funds raised, and whether green bonds will be highly efficient because of their own advantages. Through the in-depth study of this problem, It will have positive reference significance and enlightenment to the further development of green bond market.

This paper researches the financing efficiency of China's green bonds by combining empirical research with case studies. As far as empirical analysis is concerned, the way which combines data

envelopment analysis and factor analysis is used to judge the financing efficiency of green bonds. The ordinary bonds are selected as the control group according to the principles of industry, time and non-green characteristics of the issuer. In the aspect of case analysis, taking Wuhan Metro Group issuing green bonds as the research object, this article introduces relevant issuing green bonds target, the benefits and hidden risks. Finally, the conclusion is that the financing efficiency of green bonds are better than other bonds. But on the whole, the financing efficiency of green bond is still low. The primary reason is that the a large of the funds result in excess and cannot be used timely and efficiently, so that part of the funds leave unused. Therefore, in order to improve the efficiency of green bond financing ,we can take steps from the macro and micro level. On the one hand , the government should increase policy support, optimize mechanism and expand the development space of green bonds. On the other hand , enterprises should enhance the scale use efficiency of bond raised funds , guarantee business compliance and guard against the risk of green bond default .

Keywords: Green bonds; Financing efficiency; factor analysis; DEA model; Wuhan metro green bonds

目 录

1 绪论	1
1.1 研究背景与意义.....	1
1.1.1 研究背景.....	1
1.1.2 研究意义.....	2
1.2 绿色债券相关文献综述.....	3
1.2.1 对绿色金融的研究.....	3
1.2.2 对绿色债券的研究.....	4
1.2.3 融资效率组合评价方法的研究.....	5
1.2.4 文献述评.....	6
1.3 研究方法与内容.....	7
1.3.1 研究方法.....	7
1.3.2 研究内容.....	7
1.4 创新与不足.....	8
1.4.1 可能创新之处.....	8
1.4.2 不足之处.....	8
2 相关概念界定及理论基础	10
2.1 概念界定.....	10
2.1.1 赤道原则.....	10
2.1.2 绿色金融.....	10
2.1.3 绿色债券.....	11
2.2 理论基础.....	12
2.2.1 MM 理论.....	12
2.2.2 优序融资理论.....	12
2.2.3 权衡理论.....	13
2.3 绿色债券融资机理分析.....	13
3 我国绿色债券发展现状	15
3.1 相关政策建设情况.....	15

3.2 绿色债券市场体系概况.....	16
3.2.1 我国贴标绿色债券发行总量逐步扩大.....	16
3.2.2 募集资金使用用途丰富.....	17
3.2.3 绿色债券的外部审查发展迅速.....	17
3.2.4 绿色债券发行人类型多元化.....	18
3.2.5 绿色债券市场存在的主要问题.....	18
4 绿色债券融资效率实证分析.....	21
4.1 融资效率评价指标体系.....	21
4.1.1 评价指标体系的构建.....	21
4.1.2 样本数据的选取与数据来源.....	26
4.1.3 因子分析与检验.....	26
4.2 融资效率测度.....	28
4.2.1 DEA 评价模型的构建.....	28
4.2.2 实证结果与分析.....	29
4.3 实证分析总结.....	32
5 武汉地铁发行绿色债券融资效率分析.....	33
5.1 武汉地铁集团有限公司介绍.....	33
5.1.1 武汉地铁集团基本情况.....	33
5.1.2 发行绿色债券情况.....	33
5.1.3 发行绿色债券的动因分析.....	35
5.2 武汉地铁发行绿色债券的效益分析	37
5.2.1 实证模型测算效率结果分析.....	37
5.2.2 传统财务指标效益分析.....	38
5.2.3 环境效益分析.....	39
5.2.4 声誉效益分析.....	40
5.3 武汉地铁发行绿色债券的风险分析.....	41
5.3.1 与所发行的债券相关风险.....	41
5.3.2 武汉地铁集团自身风险.....	41
5.4 案例分析总结.....	42

6 结论与建议	44
6.1 结论.....	44
6.2 建议.....	44
6.2.1 宏观层面.....	44
6.2.2 微观层面.....	45
参考文献	47
附录	51
后记	53

1 绪论

1.1 研究背景与意义

1.1.1 研究背景

近年来随着绿色发展理论与实践的不断深入，我国经济坚定不移的贯彻新发展理念，推动高质量发展，统筹协调与生态环境的关系。特别是在党的十九大会议中，明确提出“坚持人与自然的和谐共生”，并把生态文明建设列入“不忘初心、牢记使命”的宏伟蓝图中，十九大报告中，也提出了关于发展绿色金融的要求，从而使绿水青山变为金山银山。绿色金融是我国经济转型升级的必要方向，也是实现高质量发展的重要内容。它是为治理污染、改善环境、应对全球气候变化及高效利用资源、节约资源的经济活动，即对节能环保、低碳清洁等领域的产业投资、融资、风险管控等提供的金融经济服务。绿色金融的提出，增强了公众保护环境的意识，引领传统企业向绿色生态产业的高质量发展方向转变，为我国经济发展汇聚了新动能。

绿色债券是绿色金融的一个细分方向，是金融产品创新的重要超越，使环境保护与金融投资两者兼得。2015年底，中国人民银行、国家发展改革委员会出台了关于绿色债券的一系列文件，对于绿色债券的概念、适用范围、审核的要求及政策建议与支持都作出了较为明确的规定。我国绿色债券发展步调的迈开即便较晚，但发展迅速，2016年我国绿色债券市场发行规模已位列全球第一。从发行主体来看，绿色金融债引领市场主导地位；非金融企业虽不及前者，但发行数量、主体、规模不断累计增加，表现也较为突出。

发行绿色专项债券增加了企业的融资方式，同时由于绿色债券受到国家政策上的鼓励与支持，多数绿色债券票面利率相对普通债券较低且能带来的声誉高，会受到市场的追捧与投资者的青睐，因此绿色债券在2016年以后得到了快速发展，年发行规模不断攀升。而发行绿色债券之后，所募集资金的使用成效如何？可否能够实现最优产出率或最佳投入比？绿色债券是否因为自身的特色优势融资效率更高？通过本文的探究可以回答上述提到的问题，但目前以绿色债券的融资效率为研究对象相对较少。因此本文的研究主体是以国内已发行过绿色债券的上市公司为主，同时借鉴可比公司法，选取了发行时间、期限、数量、行业等相近的非绿色债券为对比参照对象，在此基础上对影响债券融资的各个因素进行了全面客观的研究分析，并借助因子分析和DEA组合的实证模型，

对绿色与非绿色债券的融资效率进行评判。

本文将采用实证与案例相结合的方法对绿色债券融资方式的效率进行探究，以定量和定性的角度可使本文的研究更客观科学化。案例选取的武汉地铁集团有限公司，是湖北省内的绿色引领企业，也是地铁系列企业发行绿色债券的带头人，比较有代表、典型性。研究武汉地铁采取的绿色债券融资策略，对企业乃至整个轨道交通行业的融资决策都具有借鉴意义。由于武汉地铁属于轨道交通行业，所以在实证样本中也增加了发行绿色债券的地铁企业进行了分析研究。由此本文以企业发行的绿色债券为研究对象，探析绿色债券与非绿色债券融资效率区别，研究微观经济主体发行绿色债券的动因、效益与风险等，这有助于我国绿色金融的发展。

1.1.2 研究意义

绿色债券作为绿色金融框架的关键构成之一，为企业募集资金开辟了新路径，不同于一般的股票、银行贷款、普通公司债券，它有自己的优势，可优化资本市场结构，能够给资本市场尤其是债券市场的发展添加新引擎；对于企业来说，发行绿色债券，在保留了普通债券的特点基础上，将募集的资金投资于绿色项目的建设、运营、产业升级，拓宽了融资途径，破解了中长期绿色投资项目，资金使用时间周期不匹配难题，优化了企业的财务状况，推进企业的未来可持续发展，力推实体经济的成长，使社会更加和谐稳定。

本文可通过评价绿色债券融资效率，分析绿色债券市场的资源配置状况，从而提出相关可行性的建议；借助分析具体公司发行绿色债券募集资金的案例，给予相关主体一定的经验启示。

理论意义：自绿色债券诞生以来，国内外学者围绕绿色债券进行了较为广泛的研究，本文以实证分析，定量地研究我国债券市场是否存在绿色激励效应，并进一步以案例形式分析了具体企业的绿色效益，对绿色债券市场的发展有启示及借鉴意义。由此，本文的理论意义在于以实证和案例相组合的形式补充和丰富关于企业发行绿色债券融资效率的文献研究。

现实意义：我国在绿色债券方面有着积极的政策导向，建立了较为完备的制度与激励措施，绿色发展理念在国家与社会方面不断被宣传深化，绿色债券的发行，可促进企业责任信息披露义务制度体系逐步适应市场趋势，提高各经济主体社会责任情怀，加大对于绿色环保内涵的宣传动员，这些措施对经济转型升级可持续地发展有积极影响。对

于企业发行方来说，绿色债券增加了企业投资中长期绿色项目的渠道，更能匹配企业绿色项目融资需求；对于已形成绿色投资理念与策略的投资人，他们注重低风险、可持续的长期投资，希望在绿色产业中挖掘到投资价值，这也需要监管者不断在制度标准上细化、统一。文章借助分析企业发行绿色债券融资的新型模式，对于各经济主体发行者、资本市场中的投资者以及金融机构、政府部门的相关监管者都具有较大的现实借鉴意义。

1.2 绿色债券相关文献综述

1.2.1 对绿色金融的研究

绿色金融的内涵，在美国基金法案当中率先被提到，主要是关于危险物品存放场地、泄露等意外情况，而引发的银行等金融机构的信贷风险的相关规定。2000年美国传统词典对于绿色金融的定义被广泛认可，它指出绿色金融是金融机构可以采取的一种管理策略，银行、证券公司等金融主体通过办理投融资相关交易，统筹经济生态协调、可持续发展。绿色金融以经济与生态可持续发展为注脚，Mark White（1996）将环境因素加入到金融决策模型中；Jose Salazar（1998）以金融产品促进减少污染和保护环境为起点谋取金融工具不断创新；被称为“气候经济学之父”的Nicholas认为经济发展的走向受到气候环境好坏的影响。

在绿色效应方面，韩立岩等（2017）发现，绿色概念股票较非绿色普通股票，有明显的风险溢价效果，反映出国内证券市场有明显的绿色超额收益；沈洪涛等（2010）得出企业公开发布环境相关信息可明显降低其权益融资成本；Klassen & McLaughlin（1996）发现环保技术方面做得突出的公司会有正相关的业绩。关于购买绿色金融产品方面，Clapp（2015）提出，当绿色债券与普通债券投资回报率相同时，投资者会基于对绿色债券的了解，倾向选择投资于绿色债券。Climent（2011）发现，尽管绿色金融产品的短期投资回报率不太高，但投资者考虑到企业文化形象、社会责任、政府的监管与激励等，并结合企业在经济社会的长远发展来看，还是愿意选择购买绿色产品的；关于开展绿色金融的必要性，Scholtens（2007）提出，在全球环境极为严峻的背景下，怎样达到经济、社会、环境统筹协调长远发展，是金融创新应该解决的首要问题。

建设绿色金融体系，马骏（2015）提出应设法增加绿色产业的投资利润率，压缩破坏环境主体的报酬率，同时深化企业与消费者的社会情怀、绿色与环保意识；杜婕与张

墨竹（2019）认为，推动中国绿色发展，还应构建绿色金融国际化标准、促进双边与多边国际环境保护合作。

以上国内外学者分别从打造绿色金融市场的必要性、可行性、正收益性等角度来展开分析，反映绿色金融对于人类共同体、各个国家高质量经济发展的重要性，从历史与未来发展来看，发展建设绿色金融市场是大势所趋，也有助于实现我国经济高质量发展。

1.2.2 对绿色债券的研究

全球首支绿色债券发行于2007年，期后在国际上绿色证券不断发展，2013年进入了爆发式发展阶段。在国内，2015年底，央行等部门颁布了一系列有关绿色债券的规章制度，开始构架中国绿色债券市场体系，尽管对比其他有经验国家，起步较晚，但发展势头强劲，2019年中国发行总量仍在世界排名首位，成绩显著。关于绿色债券的市场前景，Wood和Grace（2011）提出绿色债券未来发展潜力大，发行主体实力强、信用好，但其范围规定及研判程序缺少公开化。就拟发行主体而言，对于绿色产业的经验范围较为模糊，同时存在认证绿色的标签会提高费用等问题。Snowdon Catherine（2016）指出，债券发行人的信息披露透明程度决定绿色债券市场的发展前景。

政府相关行政监管部门，在绿色债券市场发展前期起着构建引领的职能作用。债券市场中充满风险，投资者大概率遇到的风险表现为一是企业或公司的信用财务风险，二是所投项目自身运营风险。上述风险可以在一定程度上由政府采取办法减少或避免。比如，国际上有国家专门针对新能源领域设立金融企业来支持发展，德国政府部门曾经给予购买绿色金融产品的企业，提供增加信用评级的政策优惠。Alex（2010）研究认为，政府出台持久有序的规章制度能够有利于绿色债券市场健康发展。Calder（2014）发现，有关官方部门的表态与行为都会带给绿色债券市场很大的影响，例如补贴票面利率、定向补贴利息、政府承诺等均对绿色债券对标的项目有着积极的推动作用。

在影响绿色债券发行的因素方面，Wood和Grace（2011）指出，债券的规模、对投资人的吸引力、发行经济主体的财务资本结构、相关利益者的参与程度、绿色债券本身的可持续都影响发行的债券能否实现预期效果。针对绿色债券的融资成本，Zerbib（2016）提出，绿色债券利息费用成本，对比通过其他债券融资有成本优势。然而，当前我国绿色债券市场依然存在着认证制度与国际市场不接轨、有差异，信息公开披露程度低等不足，建设高质量的绿色债券市场任重道远。覃安柳等（2018）提出我国发展绿色债券市场顺应经济转型升级的趋势，未来应该因地制宜地完善绿色鉴证程序，构建客

观、公平的第三方认证体系制度。

1.2.3 融资效率组合评价方法的研究

(1) 关于融资效率的研究

融资效率本质是投入产出比，对于每个经济主体它的行为目标是盈利最大化，具体的说，固定的投入要素成本期望获得最多的收入、利润，或者固定的盈利收入以最小的费用获得，因而它围绕成本、收入考察企业财务运营行为的合理性、资金配置能力，理想化是达到帕累托最优状态。我国“融资效率”这一概念首先被学者兰耕云在1990年时提出的，此后曾康霖（1993）探究了影响融资效率的七大主要因素，但之后关于融资效率的影响因素学术界没有标准的统一、各种观点层出不穷。林毅夫等（2001）在研究中小企业融资效率时，认为融资效率受到外部与内部的双重影响，既有宏观层面，如政策、行业发展等方面，也受到企业高层员工的管理、企业文化、核心技术等多方面影响。雷辉和刘俏云（2020）在对绿色低碳企业的融资效率进行研究时，把企业募集资金的规模、资本结构等相关财务变量作为投入指标，将反映企业获利水平、营运周转能力的四个财务变量作为产出指标。

(2) 关于融资效率评价方法的研究

单一评价法：

①模糊综合评价法：张兴福（2020）通过利用该模型得出了中小企业内部融资效率最高的结论；②主成分分析法：王露（2018）在对西部地区12个省份的金融资源配置效率研究时采纳了主成分分析方法。③描述性统计分析法：该方法是统计学的一种，将调研得到的信息利用图表形式，来分析研究对象趋势特点。以上评价方法在利用中均有不足之处，如在选取评价指标中由于方法单一，个人的主观性程度较高，存在较大的模糊性与不确定性，因此，应该继续寻求能够更加精确化、客观化的研究企业融资效率的定量方法。

数据包络分析法（DEA）：刘泽辉等（2020）在对高新技术企业的融资效率研究时就采用了数据包络方法，李曦（2019）对50家新能源行业上市公司的融资效率利用DEA方法进行研究。与前述计量评价方法相比，DEA它不要求提前有一个确定关系的生产函数，包容性更强，适用于有多项投入、多项产出的复杂函数，此外它不需要预先决定各项指标的权重占比，把每个指标权重作为变量处理，以求解线性规划最优解来确定合适的权重，减少了人为指定权重的不准确程度，这样更能保证最终得到的结论客观精准。

然而，DEA 也存在着不足，如进行评价的对象要求是相类似的，各项指标不能有强线性相关性等。因此，DEA 方法在选取时也需要注意相关问题。

组合评价法，顾名思义即至少两个模型相结合的评价方法，例如过去学者会将回归分析法和模糊评价法结合评价公司运营效率、也有将层次分析法与模糊评价法相结合使用的，倪筱楠等（2018）在对农业范围内的上市公司，评判融资效率时，使用了主成分分析法与熵值法的组合评价方法。

通过以上组合评价方法在对企业融资效率评价时，虽然比仅利用单一方法更严谨、精确，但在指标选取与比重问题方面依然没有解决，由此国内学者当前更多采用 DEA 来评价效率，同时利用因子分析进行指标上的处理，从而弥补 DEA 方法的一定缺陷。如贾永飞等（2020）及仇磊等（2020）学者分别采用因子分析法与 DEA 组合评价法对国家自主创新效率及发电企业能效进行了综合分析与评价。

1.2.4 文献述评

通过对绿色债券相关的文献进行梳理，发现对于绿色债券的研究角度多有所不同，绿色金融理论是经济不平衡发展的必然产物，也是人类永恒发展的必不可少的研究主题，具有重大意义；绿色债券是其中的一个细分方向，是伴随着“十三五”开局兴起的，它的本质仍旧是债务融资，节能环保、减少污染绿色发展等是它的核心理念。通过梳理文献发现，国内外绿色债券的发展都离不开政府或法律的顶层设计，在国外侧重于通过立法形式来引导发展绿色债券。我国的绿色债券发展一方面可以借鉴他国的先进经验，另一方面仍需要因地制宜地根据自身情况，研判新形势，尤其是当前我国市场化仍然不足，要大力鼓励动员公司或企业参与到绿色债券市场中，促进各经济主体的转型升级，构建高质量的新型发展格局。

绿色债券在我国全面发展不足十年，由于其利息费用偏少，可募集规模大，审核手续较为宽松等优势已得到了很多企业的融资青睐，目前在发行标准、对于绿色项目的界定等方面仍有不足之处，需要继续摸索改进。本文试图在国内外学者对绿色债券已提供的理论基础上，以实证与案例结合角度探究我国微观经济主体公司与企业发行绿色债券后的融资效率，从而为今后发行主体或投资者提供参考。

1.3 研究方法与内容

1.3.1 研究方法

本文基于实证与案例相结合的方式，采取了如下方法：

(1) 实证分析法：本文采取组合评价法，即因子分析与数据包络分析（DEA）结合，先分析影响绿色债券的融资效率的因素，建立评价指标组合体系，再对体系内的指标进行因子分析，获取主因子并按照所代表的经济财务含义，进行因子命名，然后将所得主因子样本数值进行规范化处理，使其能够作为 DEA 运算的投入产出样本指标变量，从而在此基础上进行实证组合分析研究。

(2) 案例分析法：本文以武汉地铁发行的系列绿色债券为案例研究主体，选取其发行绿色债券的动因、效益、风险等若干角度来探究所带来的绿色效应及意义。

(3) 文献分析法：查找、阅读有关绿色债券文献报告，进一步熟悉过去与当前学者们对于绿色债券发展的见解，同时查阅相关绿色金融政策文件进行学习。

(4) 对比分析法：在实证研究中以绿色债券与普通公司债券的融资效率进行对比，探究我国债券市场是否存在绿色激励效应；在案例分析中，借助图表对武汉地铁发行绿色债券的前后年份财务状况予以对比。

1.3.2 研究内容

各章节主要内容：

第一章：主要包含文章的研究背景、意义，绿色债券、企业融资问题等相关文献梳理总结；介绍研究方法与内容，提出创新及不足。

第二章：对赤道原则、绿色金融与绿色债券的相关概念进行介绍，并将分别介绍 MM 定理等有关融资理论，同时对我国债券市场存在绿色激励的机理进行分析。

第三章：围绕我国绿色债券市场的发展基本情况、问题展开分析。

第四章：实证研究。基于因子分析与数据包络分析（DEA）的组合评价分析法，对我国上市公司发行的绿色债券融资效率进行评价研究，并选取一定数量的普通债券进行对比分析，研究绿色债券融资是否具有正激励效应。

第五章：案例研究。以武汉地铁为研究对象，介绍其发展基本情况及该企业发行一系列绿色债券的背景信息，探究其利用绿色债券融资的动因，并对带来的效益及可能存

在的风险进行分析。

第六章：结论与建议。

1.4 创新与不足

1.4.1 可能创新之处

第一，在研究方法上，本文以实证与案例相结合的方式从宏微观角度对绿色债券融资效率进行分析。第二，在实证部分选取研究样本时，将绿色债券与普通公司债券融资效率作为样本分析对象，当前大部分研究者多投向于绿色债券内部本身进行分析，较少有学者以对比角度分析。第三，案例研究中，以具有代表性的武汉地铁发行绿色债券为代表对象进行分析，而目前多数学者以银行等金融机构发行的绿色债券行为来做研究。第四，本文还将绿色债券的环境效益作为研究对象，这个研究方向符合目前投资者与公众关心的问题，从经济生态角度切合实际情况，有一定现实意义。

1.4.2 不足之处

第一，实证部分利用 DEA 测度效率时，虽然所采用指标是因子分析得到的，但是在进行因子分析选指标过程中仍然存在一定程度的个人主观性，不能够覆盖所有与绿色债券效率有关的影响因素。第二，就样本数据的易得现实情况，文章指标皆与财务变量相关，可能会造成最后结论的误差。第三，尽管样本数量满足模型要求，但总体上容量仍偏少，也会使得研究结果有某种程度的偏差。第四，案例分析部分，缺乏对研究对象武汉地铁集团的实地调研，第一手资料信息不太丰富。

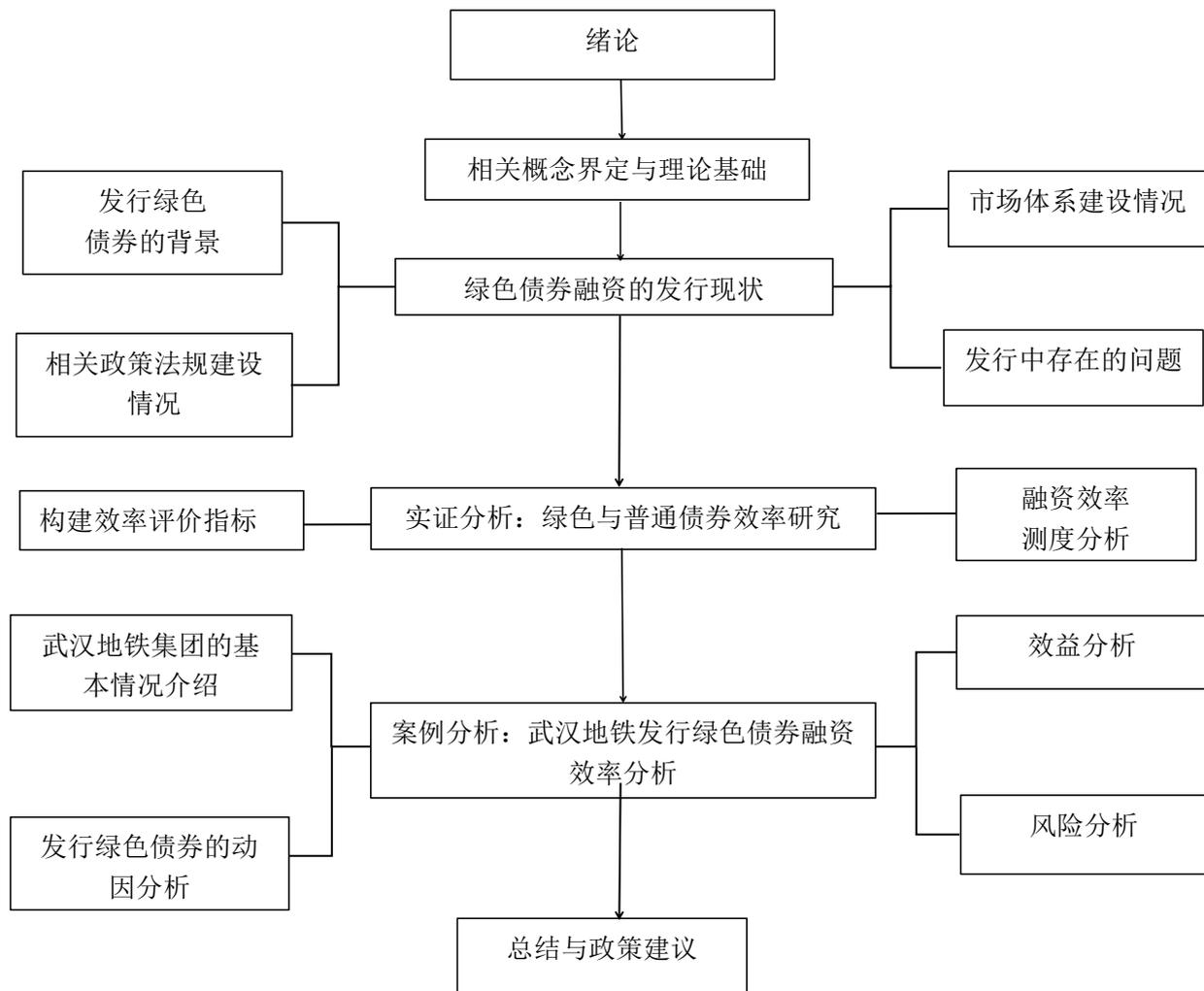


图 1.1 文章结构

2 相关概念界定及理论基础

2.1 概念界定

2.1.1 赤道原则

赤道原则出现于 2003 年 6 月，简称 EPs，其中规定相关银行、证券公司等金融机构在选择项目贷款投资时，要就该项目对社会、生态进行全面评判，鼓励引导各主体通过金融杠杆效应构建节能环保、全球和谐发展的大格局。赤道原则不是强制性遵从的国际条约，但是成为了金融行业默认必须遵守的标准，如果公然违反它，并造成恶劣影响，所涉金融主体形象会受损、在金融市场中寸步难行。

赤道原则意义非凡，关键在于它创新性地首次将项目融资中的环境、社会标准界定清楚，为金融机构在评估项目前景、风险的前期有了方针与方向，有助于维护或拓展市场份额、客观明确评判金融经济风险，减少“黑天鹅”、“灰犀牛”及重大政治风险的发生。于整个社会来说，也可促进经济与环境生态平衡发展，使社会和自然达到真正的和谐。

虽然赤道原则是银行业开展贷款业务的准则，但它对项目的融资要求也可为发行绿色债券的项目标准有所借鉴与启发。随着金融机构对赤道原则的逐步认同，它的绿色环保内涵被越来越多的经济主体当作自身投融资项目的行为准则，了解赤道原则有助于绿色金融资本市场的发展。绿色债券和其他债券关键的差异是所融入资金未来的用途，因此我们非常有必要认识了解赤道原则背后的内涵。

2.1.2 绿色金融

从理论上讲，绿色金融是指金融相关部门把保护环境作为一项行业基准，在项目选择投资决策中应充分考虑环境方面的潜在效果，把与生态环境相关的隐藏风险、成本和报酬都要融合进日常业务中，在金融业务活动中注重改善环境以及污染治理等，通过引导优化配置整合资源，推动整个社会平衡高效发展。与传统金融对比，绿色金融特别突出全人类的生存环境效益，注重经济与生态的协调发展；二者的共同点是皆需要政策来推动发展，尤其是绿色金融的正外部性以及环境本身的开放公共性、共享性，更需要政府来做引导支持。

近年来我国一直推动绿色金融的发展，逐步建立起我国绿色金融体系。2015 年开始，

绿色金融政策密集出台：首先是国务院出台建设生态文明的指导文件，第一次提出要加大开展绿色产业项目融入资金信用贷款活动，建设关于污染环境的责任保险试验。随后进行绿色生态的政府体制改革，从绿色信用贷款、证券投资基金等多方面着手。然后，又明确将“绿色”纳入我国顶层发展理念之中，使绿色环保思想成为指导我国“十三五”时期，乃至更长时期经济发展的科学理念及指导方针。2016年，央行等七个部委共同提出一系列推动绿色金融市场发展的举措，着手建设制度上的顶层设计，这象征着中国是世界第一个设立相对完整的绿色金融政策体系的国家。但目前绿色金融的发展仍然存在一定的问题，其一为与国际标准不接轨，我国对于绿色金融的认识界定与国际存在差异，束缚了我国绿色金融国际业务的开展；其二为相关制度仍带有改进，当前颁布的文件规定仅为部门规章制度层级，在权威性、执行力方面有待强化；其三为企业市场化不足，由于当前绿色金融产品处于初期发展，带有正外部性，企业担忧盈利不足、风险大，不敢轻易投资绿色金融领域，需要政府激励、引导。

2.1.3 绿色债券

绿色债券是一个新的融资途径，它要求融资方必须将通过债券募集的资金运用到保护环境、整治污染等生态项目中，或者也可以将所融入资金投向于再融资的债券工具。国际上，第一支绿色债券诞生于2007年，随后不断发展，在2013至2014两年内国际企业发行绿色债券的规模从31亿美元增加到366亿美元，这一高速增长促进了对绿色债券业绩绩效的数据需求；同时在2014年首批绿色债券指数被推出，标志着市场开始变得成熟。2015年和2016年，绿色债券的发行数量翻了一番，这一增加主要在于我国绿色债券的发展，2016年我国发行了360亿美元的绿色债券。绿色债券市场逐步成熟另一表现是世界上第一家绿色股票交易所在卢森堡推出，波兰于2016年发行了世界上第一个主权绿色债券。2017年至2019年绿色债券市场继续保持快速发展，发行额不断创新高，发行参与主体也在连续增加，2020年受新冠疫情的影响，绿色债券市场在2020年上半年急剧下降，但随着欧洲开始实施“绿色协议”、筹备第26届气候变化大会以及中国新冠疫情的控制，绿色债券市场规模出现反转趋势，逐渐上升。

绿色债券大体可分为五大类，绿色金融债、绿色企业债、绿色公司债、非金融企业绿色债务融资工具、绿色结构融资类工具，这五类主要监管方不同，但本质都为绿色债券。绿色债券具有普通债券的一般属性，但它又具有自身的独特性，具体地反映在下述五个方面。（1）绿色债券融入资金的投向：主要用途在绿色产业类项目中，发行主体

应该建设特有账户以确保把资金用到正确的用途中。(2) 绿色债券的中长期限: 绿色项目因为生态环境的特殊需要, 债券存续期限一般需要覆盖项目的整个建设期间。(3) 披露要求高: 发行人需要按照固定的时间期限或灵活及时向投资者、社会公众、监管部门证明所得资金确实投资于绿色项目并正常运营, 如每年披露绿色债券年度报告。(4) 方便获得政府与投资者的支持: 由于绿色项目的正外部性与环境的公共性, 绿色债券可以更加轻松地获得政府机构的政策支持、资金补助, 也会吸引部分愿意为环境效益支付风险溢价的投资者进行投资。(5) 绿色项目的鉴证或认证步骤: 鼓励由独立的第三方对发行债券进行绿色评估研判。

2.2 理论基础

2.2.1 MM 理论

MM 理论主要研究公司资本结构与市场价值两者之间的关系。该理论起初认为, 假设没有所得税的影响, 在其他条件相同基础上, 企业的资本价值与股权、负债的财务结构没有关联性。此后, MM 理论被进一步改进, 指出当存在企业所得税因素的情况下, 企业的资本价值与股权、负债的财务结构有密切规律, 并且因为债务的利息具有节税效应, 适当的负债可以减少企业的综合融资费用。

根据改进的 MM 理论可知, 企业所得税率越高, 产生的节税效应越强, 因而在税率较高的国家, 企业会首先偏向于债务融资手段, 其次再考虑股权、抵押等方式; 相反, 处于税率较低国家的企业, 债务节税效应弱, 此时可能更偏向于股权等融资方式。然而, 从我国资本市场与金融市场视角来看, 国内企业所得税率相对较高, 企业本应该首选债务募集资金, 但现实是市场中债务融资总额远远少于股权融资总额。产生此种悖论现象的原因来自很多方面, 如我国的金融市场制度还不完善、税收中以流转税为主, 所得税占比较小等。随着我国市场化程度的推进, 企业的融资行为结果将会慢慢与理论接轨。

2.2.2 优序融资理论

优序融资的理论基础是 MM 理论, 是对 MM 理论的延伸发展。它得出的结论为: 公司进行融资, 首先偏好企业内部融资, 比如变卖资产、出售货物等, 当需要外部融资时, 会优先选择债务融资, 包括银行贷款、发行债券等, 最后才选择利用股票等进行权益融资。该理论以信息不对称、存在交易费用为前提, 认为外部募集资金要多付出更多费用、

甚至产生寻租成本，因而得出企业融入资金通常会按照先内后外融资的次序。在进行外部融入资金时，假设企业选择引进新股东的权益方式募集资金，则可能会给外界投资者留下该企业经营不畅的负面印象，从而投资者、股东会认为自己高估这家企业的股价，导致这家企业的股票被大量抛售，造成企业的市场价值大幅度跌落、市值收缩。与此同时，债务融资自带免税、节税效应，资金成本费用低，还不会降低对于企业的控制程度，所以企业在选取外部募集资金时，会首选债务。

2.2.3 权衡理论

权衡理论是指当企业选择债务融入资金时，需要对未来支付的利息成本与经营出现问题而破产支付的成本进行衡量。本理论与MM理论有一定关联，是在后者理论基础上，放宽条件同时假设资本市场中全部或部分存在缴纳税费、代理成本、偿还债务存在困难的形势下，资本财务结构与企业市场价值的关系。权衡理论认为，债务的节税效应会吸引企业管理者通过债券、负债等形式扩大企业规模，但是当企业负债比例提升到某一比例时，会产生违约等财务风险，严重情况下，企业将面临破产后果；如果企业选择破产，会承担大额破产费用，假设企业避免破产的后果，也会给企业带来借贷等其他额外成本。所以企业的资本结构要注意平衡，避免过度负债。该理论使先前企业负债的效应由单一的节税正效应，扩展到出现财务风险等负面结果，又深层次地显示了企业市场价值与负债两者间的关联。

2.3 绿色债券融资机理分析

企业发行绿色债券进行融资，募集的资金将会投向于绿色项目并相继会产生一定的绩效，从理论与实际角度来讲，该绩效比把资金投入非绿色项目中表现应该好、融资效率高。

第一，发行绿色债券易获政府与投资者的支持。政府倾向扶持绿色债券发展，长久以来，污染问题、环境保护是国家治理重点关注领域，在此背景下，绿色金融应运而生，通过投资绿色产业整治环境为整个经济社会带来有利的积极效应，虽然这种影响无法反映在经济货币的收益中，存在正外部性、公共性，但政府以出台政策主导正外部性内化变成收益，将环境污染等负外部性变成罚款警告，获得最大的社会效益，投资者也会出于保护环境的责任情怀，在相同条件下倾向首先购买绿色金融产品，从而绿色债券容易获得政策优惠与投资者的青睐，资金源头足，融资效率高。

第二，发行绿色债券具有便捷性。表现为，审批时间相对较短，国家发改委特别的就绿色债券的审核出台了简化程序制度，提高业务办理效率，为发行人节省时间；发行门槛较低，例如发行一般商业债券要求企业最近3年连续获利，而绿色债券发行主体满足最近1年获利即可；募集资金机制灵活，允许发行主体使用50%以内的资金用于偿债与补充资金，当企业资产负债率小于75%时，可不考虑企业内部其他信用类产品规模。

第三，发行绿色债券具有融资成本低的优势。绿色债券本质仍是债券，也具有一般债券的节税效应特点，加上地方政府对成功发行绿色债券的企业进行利息贴息或其他融资奖励等因素，使市场上绿色债券的发行成本整体低于相应一般债券。

因此，我国债券市场可能存在着绿色超额收益，即投资者如果持有绿色债券相比于非绿色的普通债券来说，会有特别的风险溢价回报。这种超额收益也称为绿色激励，有的文献对此解释为，运用绿色新技术、采取节能环保等措施的企业，由于其本身的风险、产生的社会正外部性效应，带来的生态与经济总价值。从“绿色超额收益”的概念进行延伸，绿色激励在债券市场中的表现为绿色债券比普通债券的绩效表现好，融资效率高，债券市场中的投资者正是由于绿色激励、超额收益的存在，再加上出于社会责任心等角度，才愿意持有绿色债券，这样在债券市场获得的金融支持才能畅通有序地传递到绿色产业中，促进绿色金融的发展。

3 我国绿色债券发展现状

3.1 相关政策建设情况

当前，关于绿色债券内涵的规定标准，国内有两个版本，其一是在《绿色债券支持项目目录》中界定了绿色债券可以投资的主要范围，包括预防及治理污染、节约资源等方面，该标准应用领域较广，适用于绿色公司债券、金融债券等发行，其二是在《绿色债券发行指引》中规定了所融入的资金适用的发展项目，包括城镇绿色化、传统企业减少污染改造等，主要是国有企业、大型集团发行绿色债券所参考的标准。

表 3.1 绿色债券相关政策文件

时间	政策文件	要点
2015/12/22	中国人民银行发布《在银行间债券市场发行绿色金融债券的公告》	1. 所投产业项目应符合要求； 2. 披露环境效益有关信息，定期公开存续期间资金使用情况。
2015/12/31	国家发改委发布《绿色债券发行指引》	1. 明确适用范围和主要十二项目支持重点； 2. 审核要求以“加快和简化审核类”为原则，提高效率；企业申请发行绿色债券，可适当降低需要满足的要求，允许根据项目情况科学设计发行方案，灵活性强。 3. 鼓励地方政府参与，引导社会资本参与绿色项目实施，探索采用排污权等收益权增信担保方式，积极发展绿色项目“债贷组合”增加信用级别手段。
2016/3/16	上交所发布《关于开展绿色公司债券试点的通知》	1. 开设专门申请及审核通道，提高审核及发行效率； 2. 中证机构间报价系统设立绿色债券的快速通道；
2016/4/22	深交所发布《深圳证券交易所关于开展绿色公司债券业务试点的通知》	3. 交易所规定绿色公司债券统一标识—G 标； 4. 交易所定期或不定期公开绿色公司债券指数。
2018	人民银行、证监会联合发布《绿色债券评估认证行为指引（暂行）》	规范绿色债券评估认证工作。
2019 年 3 月	发展改革委等七个部委共同发布《绿色产业指导目录（2019 年版）》	涵盖六大绿色产业类别，为确定国内绿色资产和绿色活动的标准提供了基础性框架。

资料来源：网络获取整理

为使绿色债券健康有序发展，建立与完善相关监管制度体系、出台指导文件方针是必不可少的，如表 3.1 是对 2015 年以来相关部门发布的绿色债券有关政策性文件的梳理，上述文件的颁布引领绿色债券市场的规范有序发展，监管机制已初具体系。

地方政策激励企业发行绿色债券方面，主要借助政策扶持、资金财政补助、官方表彰宣传等多样手段来推动绿色债券市场向前发展。具体表现为：第一，地方政府发布相关政策文件，释放放宽发行绿色债券条件的信号，成立绿色特别工作组，探索绿色金融改革创新试点地区与项目。2017 年 6 月，中央部门会议决定，在浙江、广东、贵州、江西、新疆五省区部分地区，成立绿色金融改革创新试验区，在制度上探索经验。同时引导地方养老金基金投资绿色债券产品，鼓励地方政府平台机构因势利导发行绿色债券，经计算从 2016 年到 2019 年，合计约发行了 1200 亿元的绿色债券。第二，发起建立绿色债券项目数据库，为绿色债券的发行提供便利，动员符合相关要求的企业，开通地方绿色通道，发挥其快速审批的作用。第三，提供财政资金补助、债券贴息等方式承担发行者的部分融资成本，同时提供税收减免征收的优惠政策。第四，地方政府平台表彰相关参与者，包括发行者与投资者。例如，自 2017 年以来，绿色金融委员会在全国各大城市巡回对绿色金融的成果进行展出，相关党媒等主流媒体进行推送宣传。

3.2 绿色债券市场体系概况

3.2.1 我国贴标绿色债券发行总量逐步扩大

2016 年是我国绿色债券全面发展的元年，同年我国绿色债券在国内发行量达到 2000 亿以上的规模，发行债券数量 53 只，平均每只债券发行金额为 40 亿元，体现了绿色债券融资金额大的特点，到 2019 年，发行规模平稳增加，发行数量在 2019 年为 138 只；其中，在 2019 年我国最大的发行主体是工商银行，它的分支机构——香港与新加坡分行，发行了共计 367 亿的人民币绿色债券。但相对来看，我国在境外发行的规模和数量较少。目前我国对于绿色债券的界定和国际定义不完全相同，存在一定差异，主要体现在绿色项目目录与信息披露要求的差异：在绿色定义中，国内强调要注重减排温室气体、二氧化碳，同时也注重于治理污染物、节约整合资源、保护生态环境等综合环境效益，而国际绿色标准侧重于气候变化减缓与适应，与此同时，国际和国内差异还体现在我国允许将部分种类的债券募集资金用于企业一般的营运资金。

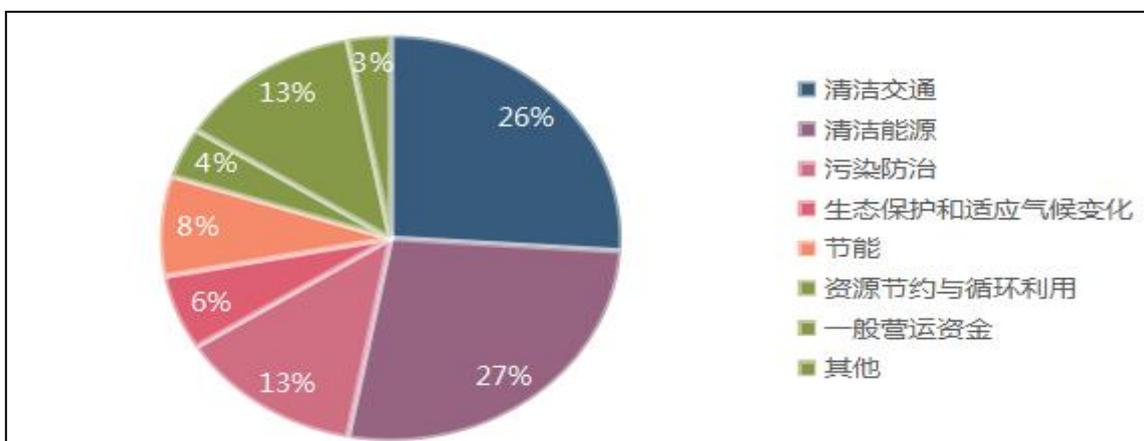
表 3.2 2016 年—2019 年绿色债券发展规模

年份	境内		境外	
	金融（亿元）	数量（只）	金额（亿元）	数量（只）
2016	2052.31	53	261.87	3
2017	2044.8	113	428.34	5
2018	2221.97	129	453.96	15
2019	2413.46	138	471.54	20

数据来源：中国绿色金融信息网

3.2.2 募集资金使用用途丰富

根据人民银行划分的绿色债券融入资金主要投向领域为：清洁交通、清洁能源、污染防治、生态保护和适应气候变化、节约能源、资源节约与循环利用、一般营运资金、其他。在 2016-2017 年间，清洁能源在投资量上排名首位，主要是太阳能和风能两种，在 2018 年，清洁交通是募集用途的第一融资领域，其后 2019 年，仍然是清洁能源排于首位。总体上，根据图 3.1，我国绿色债券募集资金用途丰富，在生态保护与适应气候变化上等也有一定的比例。



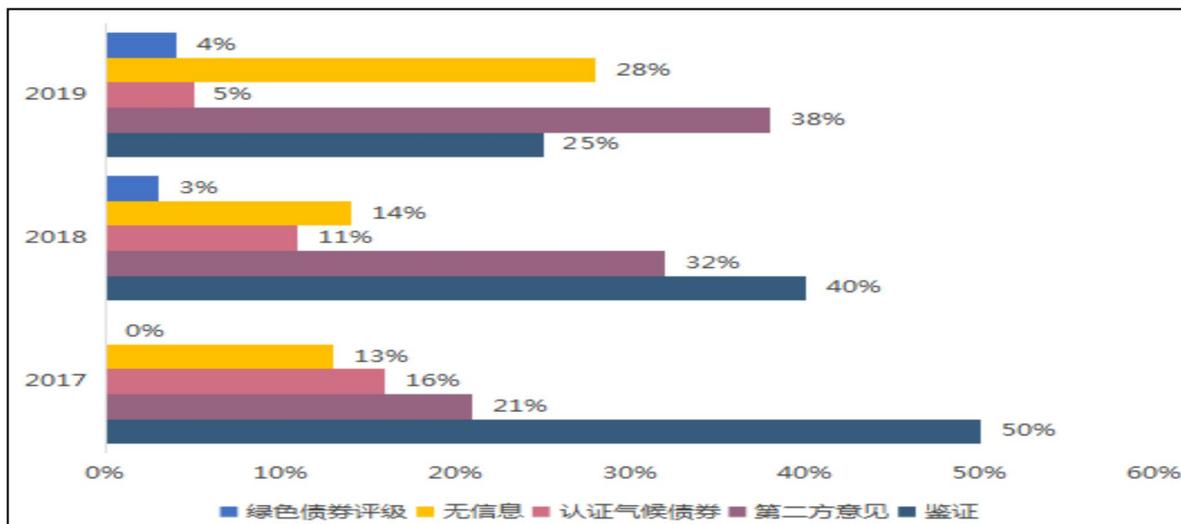
数据来源：中国绿色金融信息网

图 3.1 2019 年我国绿色债券募集资金使用

3.2.3 绿色债券的外部审查发展迅速

随着国内绿色债券市场的迅猛发展，绿色债券的外部审查类型、机构也随之快速发展。在我国，外部审查种类主要包括四种类型：第一为鉴证，主要有审计公司、会计事务所对于该项目是否满足绿色债券的原则进行审查鉴证；第二种类型为第三方意见，由

ESG 咨询服务公司、科学研究机构等出具，以确定项目是否达到绿色贷款、绿色债券原则；第三为绿色债券评级，由评级公司实施，对已满足绿色债券的项目及其发行主体进行评估；第四为认证气候债券，由气候债券倡议组织批准授权的审核部门进行认证，是目前市场中唯一符合《巴黎协定》目标的绿色债券标准。



数据来源：中国绿色金融信息网

图 3.2 2017-2019 年绿色债券外部审查各类型占比份额情况

3.2.4 绿色债券发行人类型多元化

自 2016 年绿色债券市场全面发展以来，以银行为代表的金融机构一直是最大的发行人类别。但在 2019 年，非金融企业绿色债券发行总量首次超过金融机构所发行总规模，非金融机构企业较 2018 年，绿色债券发行规模同比增幅提升 50% 多，在 2019 年国内绿色债券市场的比重接近 40%。其中绿色业绩最为突出的是一三峡集团，合计发行 6 只债券，达到 350 亿人民币的绿债规模。与此同时，金融机构的一个分支—金融租赁公司，在 2019 年也取得了显著的成绩，截至 2019 年末，这一发行人类别，绿色债券总发行规模超越 100 亿人民币，主要是通过购买太阳能光伏发电设备、水处理等环保型基础产业设施，租赁给相关企业使用，是一种定向融资方式。地方政府融资平台也在绿债发行上持续发力，彰显我国地方政府解决环境问题的决心，共有三种平台：省会融资平台、地级市融资平台、县级市融资平台。另外，绿色资产支持债券发行量在 2019 年迅猛增长达到 503 亿元，同比增长 350%。

3.2.5 绿色债券市场存在的主要问题

我国绿色债券市场发展也就十余年，尽管取得了一系列突出成绩，但仍然存在诸多不足与缺陷，主要表现在：

第一，相关政策、法律法规仍然不完善。虽然我国自 2015 年开始逐步规划制定绿色债券政策、发布文件，但是仍处于起步探索阶段。我国与国际关于“绿色”定义存在一定差异，对于“可投资的绿色项目或资产”，存在差异解读甚至产生矛盾，从而不利于国内投资者在境外发行绿色债券，也会导致境外投资者对中国绿色债券存有某些担忧顾虑。此外募集资金的使用缺少信息披露。按照《绿色债券原则》，资金应该严格在各自专门账户管理，依据每个流程、步骤进行运用、分配，以此来保证资金流动的正确方向；但是，目前我国发布的《绿色债券发行指引》中，没有明确要求将资金用于补充流动资金时的信息披露要求，无详细具体规定。而且对于发行后报告不规范统一。中国人民银行规定金融机构按照相应的绿债披露模板，提交每季度、年度报告，中国银行间市场交易商协会和证监会要求非金融公司和公司类发行人每半年报告一次关于募集资金的投向状况，而国有企业的报告频率则取决于相应债券交易场所的要求规定。

第二，绿色债券第三方认证标准不一致。随着绿色债券市场的高速发展，绿色债券第三方认证市场也如火如荼的发展，就绿债第三方认证程序而言，在国内不是强制性的一个环节，官方持较为宽松的态度。就实际情况来看，大部分的绿色债券在发行过程中都履行了认证步骤，相比较国外对于第三方认证是严格、强制性的，发行人必须与第三方机构合作进行鉴定审核，国外官方初衷是确保发行的绿色债券所投项目能够真正为生态环保与经济作出突出的贡献。从规范引导角度，实行第三方认证是有利的，但是鉴于我国的实际情况与市场化程度，国内绿色债券市场的制度体系也应该要不断完善，与国际相关标准接轨，也有利于国内企业在国外发行绿色债券，使得中国绿色债券在国际上得到更多认可，促进国内外绿色金融业务的交流合作。就国内第三方认证机构而言，它们在认证时标准也不统一，如中债信与中债资信两个认证机构，在执行评估认证思路过程中，存在一定差异。

第三，市场参与者整体素质不一。对于绿色债券发行者有潜在的道德风险，由于目前我国对于绿色债券的独立第三方评估程序不属于强制性规定，可能有的发行主体存在侥幸心理，以“绿色”名义募集资金却将资金投向于“非绿色”项目甚至带来污染环境的投资领域。从投资者方面来看，尽管绿色债券在理论上有绿色激励、风险溢价，但由

于我国金融市场不健全，部分投资者考虑到风险、收益的情况，不太愿意投资于这一领域，或不了解绿色债券的市场状况而持观望中立态度。

4 绿色债券融资效率实证分析

本章将债券市场划分为两个部分，一部分是绿色债券市场，另一部分是非绿色的普通债券市场，从宏观角度对比研究绿色债券融资效率。在方法上，基于组合评价视角下将因子分析与 DEA 相结合，对绿色债券和非绿色普通债券的融资效率进行测度，这样比单独使用 DEA 测度融资效率结果更准确。

4.1 融资效率评价指标体系

根据影响债券融资的因素，选取多个评价指标，再利用因子分析降维转换成少数主因子指标，作为 DEA 模型的输入输出指标。

4.1.1 评价指标体系的构建

(1) 评价指标的选取原则

DEA 是代替函数最优化分析的一种非参数方法，即可直接利用决策单元的输入及输出数据构建相应的最优化模型进行最优性分析。保证 DEA 结果准确性的重要之处在于客观准确选取输入指标与输出指标，因此，应按照以下原则选取输入输出指标：

第一，综合性原则，构建的指标体系应能综合全面地反映出绿色债券的融资效率，重要信息不能遗漏；同时要兼顾每个指标内部的相关性与系统性，从而能对绿色与普通债券融资效率做出综合的评判。

第二，可比性原则，指标的来源、时间、单位、计算方法等应确保相同，可进行纵向、横向比较，排除异常或偶然事项的影响。

第三，真实性原则，指标的选取应结合研究主体自身的情况，能够客观地反映绿色与普通债券的融资特点，可表现出评价对象的重要影响要素，从而通过真实的数据得到实证结果。

第四，可操作性原则，在科学反映绿色债券融资效率的基础下，根据目标指标可收集到相应资料，从而进行定量实证分析。一般情况下样本数值可通过企业官网公开披露的财务报表、专业数据库等获取。

(2) 融资效率的影响因素

① 公司规模及融资规模

公司规模的大小是投资者评判公司未来发展的有效标准之一，公司规模越大，筹资能力越强，融资规模越大，从而影响公司发行债券融资效率的强弱。一方面，公司规模

大给予投资者一定得信心，对于融资企业的条件约束变少，规模大的企业，其对应的固定资产、所有者权益大，对企业未来可持续发展提供强有力的保障，进而融资渠道变多；另一方面，规模大的公司，发展历程较长、规章制度较完善，其承担风险、规避风险的能力也相对较强。

公司在确定融资规模时应根据项目的客观真实需要来确定，一旦融资规模过大，会使部分资金闲置，相对增加融入资金利息费用，降低资金配置效率，使企业财务杠杆过高，本金及利息偿还困难，经营风险加大。如果融资规模偏小，则会影响公司项目的正常运营，甚至资金链断裂，可见融资规模应适度，否则会影响融资效率。

②融资成本

融资成本可视为一种中介费用，是资金所有者通过让渡资金的使用权而产生的，同时资金使用者应按期支付给资金所有者除本金之外的额外费用补贴。融资成本是公司管理者选择何种融资方式的重要参考因素之一，融资成本过高主要指利息费用高，会影响企业的偿债能力与项目的内部投资回报率，进而影响企业的收益与投入产出比。由此融资成本也是绿色债券融资效率的关键影响因素。

③融资结构

融资结构是指企业利用不同融资途径所募集到的资金比例构成，常表现为所有者权益与负债总额的比重关系，企业应将该资本结构控制在合理区间内，融资结构适应企业的发展周期，则融资效率就越高。一方面，良好的融资结构有助于改进企业高管的长远管理效果，企业为了更好地成长，负债融资是重要手段，为了及时兑付债权人的本金与利息、避免违约失信破产，高级管理者则会认真做好投资决策，及时跟进项目进度，做好本职工作，为公司创造利润价值。另一方面良好的融资结构会产生杠杆效果。当资本结构稳定合理时，债务资金会产生正杠杆作用，推动企业市值的增加。本文所分析的绿色债券归属债务募集资金范畴，有财务乘数效应，对公司治理效率高低产生影响。

④企业盈利能力和成长能力

企业以盈利为目标，所赚得利润越高，偿还债务的确定性越高，债务违约风险减少，投资者更有信心来投资企业项目建设，从而使得募集资金使用配置效率相应提高。而企业的成长能力代表一个企业未来的发展趋势，处于初期建设时期的企业，成长空间大，位于成熟期、衰退期的公司，成长空间即将或已经到了瓶颈期，会影响市场对企业的价值判断，从而关系企业融资情况与融资效率。

(3) 指标体系的设计

由上文通过对绿色债券融资效率的影响因素进行探究，主要分析了影响融资效率的四个主要方面，本文拟选取资产规模、资产负债率、长短期债务比、流动比率、财务费用率、债券累计每期本金、发行时的票面利率、债券评级、净资产收益率、总资产增长率、主营业务收入增长率、基本每股收益、基本每股收益增长率、总资产周转率、存货周转率、应收账款周转率 16 个初始指标。

①资产规模

资产规模是衡量企业总资产的规模大小情况，是企业管理建设的基础，在很大程度上代表企业筹集资金的能力。本指标从综合角度体现发行债券企业实力状况，增加总资产规模会使公司的经营活动、项目开展得到强有力支撑，相应公司主体及其发行债券的信用评级将随之提高，抵抗信用违约风险的能力提升，从而会增加投资者对企业发展的信心，债券票面利率有降低趋势，由此进行融资的成本也会随之降低。

②资产负债率

资产负债率是指企业总债务占总资产的一个比例，是衡量企业财务状况的重要关键指标，能够直接反馈出企业的偿还债务的能力以及资本结构的构成情况。计算公式为：

$$\text{资产负债率} = \text{负债} \div \text{资产} \times 100\%$$

该指标较高时，企业就可运用较少的自有资金开展经营活动，若盈利多，利润可观，则代表财务杠杆被较好地利用，一旦负债偏高会损害债权人的利益，极大削弱债权人对企业的投资信心，承担本金利息无法清偿的违约风险，阻碍企业的成长；当该指标较低时，反映企业资金现金流充足，但经营偏谨慎，没有良好地利用财务杠杆效应，使企业未来发展受到限制。因此企业应该根据自身情况适度举债。

③长短期债务比

企业的债务长短期限搭配会对资金运营稳定及融资治理效应带来一定的影响，规范标准的债务期限结构指标未有绝对合理范围，而应该和行业中企业平均水平与营运周期进行比较。长短期债务比的计算公式为：

$$\text{长短期债务比} = \text{长期债务额} \div \text{短期债务额}$$

④流动比率

流动比率是用来反映企业流动资产，比如存货、短期投资、应收账款等，通过出售转让变为现金、银行存款，偿付流动负债（应付账款、预收账款等）的能力，衡量企业的短期清偿债务的水平。该比率越高，代表企业资产的变现能力强，短期偿还摘取能力

也越有保证；反之则弱。一般认为该指标在 2:1 以上，企业面临的违约风险低。流动比率的计算公式为：

$$\text{流动比率} = \text{流动资产} \div \text{流动负债} \times 100\%$$

⑤财务费用率

企业募集资金需要偿还利息，该指标侧面体现企业的财务成本负担，从而调整融资方式，改善企业的资本结构，提高融资效率水平。财务费用率的计算公式为：

$$\text{财务费用率} = \text{财务费用} \div \text{销售收入总额} \times 100\%$$

⑥债券累计每期本金

将企业利用债券募集的本金，根据债券的期限进行折算，得到各债券每期的融资资金规模，再进行叠加，本指标既反映企业债券融资的数量信息，又可体现相关债券的期限时间信息。

⑦发行时的票面利率

由于本文研究绿色债券、非绿色普通债券通常按面值发行，并且以单利计算方式按年偿还利息到期还本金，同时考虑到指标选取的可操作性原则，本文将企业发行债券的票面利率作为反映融资成本的相关指标。

⑧债券信用评级

债券信用评级是指第三方独立机构对企业或其他经济主体所发行的有价债券进行信用评级的活动工作，其核心在于揭示债券自身的信用违约风险，根据还本付息的保证程度进行评价估算，同时标示其信用等级的等级，利用字母进行排序，对外公布，为投资者提供信息服务。为了进行量化计算研究，需要将企业债券信用评级结果转换为可以比较度量的数据，各评级符号对应的分值如表 4.1 所示。

表 4.1 主体及债券信用评级等级对应得分表

等级符号	含义	分值
AAA	受评主体或债券偿债能力极强，违约风险极低	90
AA	受评主体或债券偿债能力很强，违约风险很低	80
A	受评主体或债券偿债能力较强，违约风险较低	70

⑨净资产收益率

净资产收益率是衡量企业中的所有者即各股东，利用自身拥有的现金、股票等资本使用效果的关键指标，直接反映股东权益的财务收益水平。一般认为，该指标越高，则企业投资盈利能力越强。该指标的计算公式为：

净资产收益率=企业税后净利润÷[(期初股东权益+期末股东权益)/2]×100%

⑩总资产增长率

该指标衡量的是企业总资产规模总额在某一时间段内的增长能力，通常时间段界定为整一年，代表各企业某一年度资本积累情况与未来成长能力的重要指标。计算公式为：

总资产增长率=(期末总资产-期初总资产)÷期初总资产×100%

⑪主营业务收入增长率

该指标可用来判断企业所处的生命周期阶段：一般情况，如果此指标大于10%，代表企业处于成长发展阶段；如果在5%-10%范围之内，说明企业在成熟稳定期；低于5%，反映企业可能已进入衰退期。因此，可将该指标用来衡量企业发展成长能力。计算公式为：

主营业务收入增长率=(本年度主营业务收入-上年度主营业务收入)÷上年度主营业务收入×100%

⑫基本每股收益

该指标可体现公司的盈利能力，数值越高，表明企业创造利润越多。计算公式为：

普通股每股利润=(公司税后净利润-优先股股利)÷发行在外的普通股平均股数

⑬基本每股收益增长率

该指标是指普通股股东的每一份股权所得收益的增长程度，反映企业成长能力。指标比率越高，投资者对企业的盈利能力、成长潜力评价越好。计算公式为：

基本每股收益增长率=(本期每股收益-上期每股收益)÷上期每股收益

⑭总资产周转率

该指标考察的是企业总资产运营周转效率，是指一定时期内企业销售收入净额与平均资产额之比。该指标越高，代表企业产品在市场认可度高、销量好、收入高，产品有相对优势，使得总资产在一定时期内从投入到产出的循环周转次数多、天数少、流动速度快。计算公式为：

总资产周转率=销售收入净额÷[(期初总资产+期末总资产)/2]×100%

⑮存货周转率

存货周转率体现企业存货的流动性程度以及由于购买或生产存货而占用资金的金
额总量合理的程度水平，反映存货周转循环次数。该指标是对流动资产周转率的补充说明，综合反映企业投入产出、存货管理水平及销售收回能力情况。计算公式：

存货周转率=营业成本÷存货平均余额×100%

⑩应收账款周转率

该指标也是从流动资产角度，衡量应收账款变为现金或银行存款的周转水平，表现企业对于赊销产品的应收账款收回管理效率情况，应收账款能否正常回收对于企业管理至关重要。计算公式为：

$$\text{应收账款周转率} = \text{主营业务收入净额} \div [(\text{期初应收账款} + \text{期末应收账款}) / 2] \times 100\%$$

4.1.2 样本数据的选取与数据来源

为了与普通债券更具可比性使实证结果更加客观准确，本文没有将金融机构发行的债券和短期融资券纳入样本范围，主要选取了绿色企业债、绿色公司债作为样本数据，由于2020年的数据还未公开，所以相关数据选取以2018与2019年为主，同时以2019年6月30日之前发行的绿色债券为研究的样本，考虑到投入产出的滞后性，最后以2018年末的相关财务状况为投入数据，以2019年末的财务数据为产出数据。针对比较组的普通债券，根据发行主体所处行业、发行债券的时间、非绿色的特点、发行主体的性质等原则进行选取。经过筛选，选取了68家公司，其中60家上市公司，8家地铁企业（为了切合后文的案例分析）；包括35家发行绿色债券的公司，对照组为33家从未发行绿色债券且发行过普通债券的公司，涉及债券的只数共有99只。其中绿色债券有53只，普通债券46只。样本数据均来自Wind数据库及中国债券信息网。

4.1.3 因子分析与检验

为提高研究结果的准确性，在初步进行的研究中，根据KMO检验结论和各个变量之间建立的相关系数矩阵去除了长短期债务比、财务费用率、存货周转率、债券评级，最后使用了12个变量进行因子分析。剩下的变量分别是资产规模、资产负债率、流动比率、债券票面利率、债券累计每期本金、净资产收益率、基本每股收益、总资产增长率、主营业务收入增长率、基本每股收益增长率、总资产周转率、应收账款周转率。

（1）因子分析前提条件的判断

选取债券所有评价指标，进行因子分析，根据计算出的相关系数矩阵及KMO检验结果，发现原有所拟定的指标体系不够理想，在去除部分指标后，用余下的12个指标进行因子分析时，效果更好，这时指标之间的相关系数较高，检验的KMO值也达到了理论要求，可以较好地进行因子分析。

表 4.2 KMO 和巴特利特检验

足够取样度的 Kaiser-Meyer-Olkin 度量		0.599
Bartlett 的球形度检验	近似卡方	313.125
	df	66
	sig	0

根据表 4.2，原始数据的 KMO (Kaiser-Meyer-Olkin) 值为 0.599，大于 0.5，满足进行因子分析的要求。此外，Bartlett 值为 313.25，其对应的相伴概率为 0.000，小于显著性水平 0.05，又进一步验证所选取的原始数据能够进行因子分析。

(2) 因子提取

根据表 4.3 可知，在 12 个因子变量对应的特征值中，有 5 个特征值为 3.101, 2.287, 1.703, 1.236, 1.075 均大于 1，据此可提取 5 个因子；同时，特征值产生了方差贡献率，5 个大于 1 的特征值的累计方差贡献率为 78.353%，未超过 85%，如果完全执行累计方差贡献率的标准应提取 7 个因子，从效率方面不可取，而且同时参考提取 5 个因子时的因子命名，最终选择根据特征值大小提取 5 个因子。

表 4.3 因子分析解释表

因子	初始特征值		
	特征值	方差贡献率	累计方差贡献率
1	3.101	25.843	25.843
2	2.287	19.06	44.903
3	1.703	14.189	59.092
4	1.236	10.302	69.395
5	1.075	8.958	78.353
6	0.759	6.323	84.675
7	0.62	5.17	89.845
8	0.455	3.793	93.637
9	0.354	2.949	96.587
10	0.201	1.678	98.265
11	0.166	1.384	99.649
12	0.042	0.351	100

(3) 因子命名

根据 SPASS 统计软件得到未旋转与旋转的因子载荷，把两者进行对比之后，以旋转因子载荷为基础进行因子命名。

表 4.4 旋转成分矩阵

指标	因子				
	1	2	3	4	5
债券累计每期本金	0.083	0.877	0.069	-0.071	-0.169
债券票面利率	-0.058	0.911	-0.016	-0.039	0.05
资产规模	0.083	0.795	-0.074	0.082	0.179
资产负债率	-0.286	0.187	0.051	0.509	-0.528
流动比率	0.001	0.124	-0.076	0.137	0.909
净资产收益率	0.959	0.01	0.072	-0.01	0.074
基本每股收益	0.942	0.078	0.052	-0.045	0.066
总资产增长率	0.537	0.085	-0.168	0.428	-0.069
主营业务收入增长率	0.096	-0.106	0.051	0.853	0.137
基本每股收益增长率	0.898	-0.009	0.036	0.053	0.028
总资产周转率	0.03	-0.021	0.897	-0.095	-0.086
应收账款增长率	0.032	0.003	0.882	0.117	-0.013

第一个因子主要对应了净资产收益率、基本每股收益、总资产增长率、基本每股收益增长率的信息，可以定义为盈利及成长因子；第 2 个因子主要对应了债券累计每期本金、债券票面利率、资产规模的信息，可以定义为融资成本因子；第 3 个因子主要对应了总资产周转率、应收账款周转率，可以定义为营业能力因子；第 4 个因子对应主营业务收入增长率，可定义为业绩增长因子；第 5 个因子对应了资产负债率、流动比率，可定义为融资结构因子。将上述五个因子用作 DEA 测度融资效率的投入产出指标变量。

4.2 融资效率测度

本节采用因子分析法得出的五个主因子，其中把债券融资成本因子、融资结构因子作为投入指标，营运能力因子、业绩增长因子、盈利及成长能力因子作为产出指标，运用 DEA 对绿色债券融资效率进行探究，并针对实证量化结果进行分析。

4.2.1 DEA 评价模型的构建

债券融资效率衡量的是将融入的资金通过进行投资、运营等，收获取得超额收益效果的一个参变量；DEA 方法用来测度债券融资效率是合适的，由此本文用 DEA 中的综合技术效率指数 TE 作为评价绿色债券和普债券融资的效率。DEA 运算模型包含两种 CCR（投入导向模型）和 BCC（产出导向模型），由于两者之间本质是相似的，本文拟采用产生时间较早的 CCR（投入导向模型）。

(1) 评价债券融资效率的 CCR 模型

对于债券来说，在符合证监会等监管指标前提下，通过提高技术水平或优化财务结构等使投入资本要素在最优比例上，从而使以最小成本付出实现一定的产出报酬。

(2) 债券融资效率的分解—规模效率和纯技术效率

纯技术效率 (PTE) 是在 CCR 模型的基础上，加上一定的约束条件得到的，是企业由于管理和技术等因素影响的生产效率；规模效率 (SE) 反映各决策单元的规模效率情况，是由于企业规模因素影响的生产效率。

$$TE = PTE \times SE$$

效率 (TE) 等于 1 则表示企业投入的各资本要素得到充分利用，达到最优相对有效状态；效率小于 1 则反映企业投入的资本利用能力存在改进空间，对应相对无效结果。

在本文获取的数据中可能有些因子得分为小于零的数值，但是 DEA 模型在运用时规定各个指标的样本取值必须为大于或等于零的数值，因此需要对样本数据中不符合条件的数值进行变换处理，通过查阅资料，本文对负值的转换方法如下，

$$\text{转换后的数值} = (\text{原数值} - \text{最小值}) / (\text{最大值} - \text{最小值})$$

因为 DEA 是衡量各个决策单元内部的相对效率高低，所以本文处理方法对于实证结果的准确性不会有大的影响，同时在 DEA 模型中对于指标个数与样本数量 (DMU) 也有要求，需要满足以下不等式：

$$nDMU \geq \max \{ \text{投入指标数量} \times \text{产出指标数量}, 3 \times (\text{投入指标数量} + \text{产出指标数量}) \}$$

本文样本企业 $68 > \max \{ 2 \times 3, 3 \times (2+3) \} = 15$ ，满足相关要求。

4.2.2 实证结果与分析

本文采用 Deap2.1 软件，将上节五个因子得分作为投入产出数据，通过 Deap 计量软件操作处理，将会得出每个样本对象的综合技术效率、纯技术效率及规模效率，具体数据请参见附录 1 所示。

经过计算，总体来看在 68 家已发债券的企业中，综合技术效率相对有效的企业数量为 5 家，占比仅为 7.35%，而相对无效的企业数量达到了 63 家，占比 92.65%；纯技术效率表现相对较好，满足相对有效地为 13 家，相对无效地为 55 家，占比分别为 19.22%、80.78%，综合技术效率平均为 0.509，纯技术效率平均为 0.908，规模效率平均为 0.558。综上，当前国内债券融资效率偏低，多数企业没有将融入的资金高效利用，兼顾纯技术有效与规模有效的比重小。只有少数企业处于融资规模报酬不变的状态

中，达到了相对有效，大部分企业融资规模没有科学计划，最终受规模因素的影响，使得综合效率小于纯技术效率。

绿色债券与普通债券融资效率的比较分析：

经统计得到了下表 4.5 结果，分析易得出绿色债券的平均表现在各个方面都好于普通债券，从总的债券融资效率（综合技术效率）来看，绿色债券的 0.5173 高于普通债券的 0.5011，约高 3.18%，高出的部分可以被称为绿色激励、绿色超额收益。绿色债券融资的纯技术效率、规模效率分别高于普通债券 1.68%、2.47%。

表 4.5 绿色债券与普通债券的融资效率表现结果

平均值	绿色债券	普通债券	全部债券
综合技术效率	0.5173	0.5011	0.509
纯技术效率	0.9163	0.9012	0.908
规模效率	0.5641	0.5505	0.558

从整体的债券融资效率来看，如表 4.6 所示，68 家公司中，共有 5 家公司发行的债券综合技术效率相对有效，其中对应的绿色债券 3 家，普通债券 2 家，从相对有效的占比情况来看，绿色债券的表现仍优于普通债券的情况。

表 4.6 绿色债券与普通债券的综合技术效率统计结果

综合技术效率	绿色债券		普通债券	
	公司数量	所占比例	公司数量	所占比例
相对有效	3	8.57%	2	6.06%
相对无效	32	91.43%	31	93.94%

在纯技术效率方面，如表 4.7 所示 68 家公司共有 9 家达到相对有效，其中普通债券对应 5 家，绿色债券对应 4 家，其中绿色债券的纯技术效率相对有效占比低于普通债券。

表 4.7 绿色债券与普通债券的纯技术效率统计结果

纯技术效率	绿色债券		普通债券	
	公司数量	所占比例	公司数量	所占比例
相对有效	4	11.43%	5	15.15%
相对无效	31	88.57%	28	84.85%

从表 4.8 我们可以得出，绿色债券融资效率的综合技术效率大部分在 0.4-0.6 这一

相对无效范围内，处于 0.8-1 高效率范围内的占比为 17.14%，占比相对较低；普通债券的综合技术效率大部分在 0.2-0.4 这一相对无效范围内，处于 0.8-1 高效率范围内的占比为 15.16%，表现劣于上述绿色债券。纯技术效率情况总体表现好于综合技术效率，其中绿色债券在 0.8-1 的范围占比为 97.14%，远远高于综合技术效率情况，普通债券对应的情况也类似，说明债券融资需要提高的地方为规模效率方面。

表 4.8 综合技术效率与纯技术效率值统计分布情况

效率分布	综合技术效率				纯技术效率			
	绿色债券		普通债券		绿色债券		普通债券	
	公司数量	所占比例	公司数量	所占比例	公司数量	所占比例	公司数量	所占比例
0-0.2	3	8.57%	3	9.09%	0	0.00%	0	0.00%
0.2-0.4	7	20%	10	30.30%	0	0.00%	1	3.03%
0.4-0.6	15	42.86%	9	27.27%	1	2.86%	1	3.03%
0.6-0.8	4	11.43%	6	18.18%	0	0.00%	0	0.00%
0.8-1	3	8.57%	3	9.09%	29	82.86%	23	69.70%
1	3	8.57%	2	6.07%	5	14.28%	8	24.24%

规模报酬反映企业投入规模的变化所带来的产品产量变化的关系，它存在着递增、不变、递减三种情况。在其他条件不变时，如果产量的增加比例多于投入增加的比例，称之为规模报酬递增，相应地，如果少于后者，则为规模报酬递减，如果两者相等，则为规模报酬不变。一般企业的发展都处于上述三个阶段中的一种，其中如果处于递增阶段，则反映该企业生产投入规模偏小，应该进行扩大直至规模报酬不变阶段；如果处于递减阶段，则反映企业生产投入规模偏大，应该缩减直至规模报酬不变阶段。因此，一个企业的发展规模偏大或偏小都不是最优、有利的，应该不断探索自己的合适规模，尽量达到生产规模报酬处于不变的最佳状态。根据表 4.9 结果，可得到大部分发行绿色债券的企业在规模报酬递减的阶段，这可能是由于当前国内发行绿色债券的主体为资产规模较大的上市公司或大型国有企业，募集资金多，有投入冗余，从而导致最终资金使用效率低，需要科学规划资金的使用量以达到最优效果。而对于发行普通债券的公司则多处于规模递增的状态，应该加大资金融入。

表 4.9 规模报酬统计结果

	绿色债券		普通债券	
	公司数	比例	公司数	比例
规模报酬递增	1	2.86%	31	93.94%
规模报酬递减	31	88.57%	0	0.00%

规模报酬不变	3	8.57%	2	6.06%
--------	---	-------	---	-------

4.3 实证分析总结

在组合评价视角下，通过因子分析与 DEA 的实证组合，本章可得出以下几点结论：

(1) 从总体债券融资效率值（综合技术效率）来看，绿色债券的表现优于普通债券，前者高于后者 3.18 个百分点，即存在绿色激励、绿色超额收益。但在绿色债券中达到综合融资效率有效的数量过少，仅为 8.57%，说明多数公司既没达到纯技术效率有效，同时也没达到规模效率有效。而从综合技术效率统计分布情况来看，大部分债券融资效率处于无效状态，其中绿色债券综合技术效率大部分集中在 0.4-0.6 这一相对无效范围内，普通债券的综合技术效率大部分在 0.2-0.4 这一相对无效范围内，这反映现阶段国内债券融资效率不太理想。

(2) 从纯技术效率的比较描述统计结论来看，绿色债券测算值仍然高于普通债券，但在纯技术效率相对有效方面，绿色债券的有效占比低于普通债券。然而从纯技术效率值统计分布情况来看，绿色债券在 0.8-1 的范围占比为 97.14%，远远高于综合技术效率情况，普通债券对应的情况也类似，说明综合债券融资需要提高的地方更多地应该在规模效率方面。

(3) 从规模效率与规模报酬的统计结果可以发现，发行绿色债券的多数企业是规模效率无效的、规模报酬递减的，这主要是因为当前国内发行绿色债券的主体为资产规模较大的上市公司或大型国有企业，募集资金多，产生投入冗余，从而导致最终资金使用效率低，因而需要科学规划资金的使用量以达到最优效果。

5 武汉地铁发行绿色债券融资效率分析

本章从微观角度利用案例具体地探究企业发行绿色债券募集资金的成效如何、融资效率的表现情况。虽然融资效率本质上为投入产出比，应该是一种量化的指标，但通过分析融资带给发行主体的效益与潜藏的风险，一定程度上也能回答所募集资金的融资效率高程度。如果企业财务效益、环境效益等表现良好，同时隐藏的风险可控，那么一定的成本投入下它的产出必然也表现好，融资效率高。

本文案例研究所选取的对象武汉地铁集团是我国交通运输行业绿色债券实践的带头人，也是中部地区第一位发行绿色债券的企业。研究武汉地铁集团发行的绿色债券融资策略，对企业乃至整个轨道交通行业的融资决策均有借鉴参考意义。

5.1 武汉地铁集团有限公司介绍

5.1.1 武汉地铁集团基本情况

武汉地铁集团有限公司于 2000 年 11 月 02 日成立，2007 年变更名为武汉地铁集团有限公司，注册资本变更为 10 亿元，是一家国有控股企业，武汉市国资委是其最大控股人，持股 88.06%，主要经营范围包括轨道交通建设、市政道路桥梁建设、园林绿化、营运与管理、物业管理等。其中城市轨道交通建成后，与私家车、公交车等运输方式相比，具有低能耗、低污染的优势，拥有显著的正外部性与公益性。

武汉地铁集团从其自身来说，经营项目本就大部分从事绿色产业，因此所筹集而来的资金自然可以更多地运用于绿色项目中，故而武汉地铁集团在发行绿色债券时，不但可以享受国家给予的优惠政策，同时还在绿色评估和认证方面具有优势。综上，武汉地铁具备良好的发行绿色债券基础。

5.1.2 发行绿色债券情况

截至 2020 年 12 月底，武汉地铁债券存量规模 336.42 亿元，债券 29 只，加权融资成本 4.44%，担保规模 5.1 亿，授信余额 1231.3 亿元；可以看出利用债

券融资是武汉地铁集团的常用方式，且发行数量多、金额大，其中近五年的主要大规模绿色债券的发行情况如下表 5.1 所示。

表 5.1 2016-2020 武汉地铁主要绿色债券发行情况

债券名称	票面利率	债券余额	期限
16 武汉地铁 MTN001	4.40%	20 亿元	10 年
16 武汉地铁 GN002	3.35%	20 亿元	15 年
G17 武铁 1	4.99%	30 亿元	15 年
17 武汉地铁 GN001	4.78%	20 亿元	15 年
G18 武铁 1	5.29%	20 亿元	15 年
G18 武铁 2	5.09%	21.3 亿元	7 年
18 武汉地铁 GN001	4.62%	15 亿元	15 年
G19 武铁 1	4.49%	20 亿元	20 年
19 武汉地铁 GN001	3.90%	10 亿元	15 年
20 武汉地铁 GN001	4.10%	20 亿元	15 年
G20 武铁 1	3.99%	15 亿元	20 年
总计	-	211.3 亿元	-

资料来源：企业预警通

绿色债券融资规模占武汉地铁集团总债券规模的 63%，占比较高，说明企业在绿色债券发行方面有偏好且有优势；从债券的票面利率来看，最低的利率可达 3.35%，最高利率 5.29%，中位利率 4.49%，相比较一般的银行贷款来比，募集资金所需成本费用少；融资期限多集中在 15 年及以上。

其中武汉地铁集团发行的 16 武汉地铁 GN002，是全国首单“绿色+债贷基组合”中期票据，具有一定的开拓与代表性，是依据银行间市场与资本市场中绿色概念“债贷基组合”结构所创新设计的，也是国家开发银行在市场中首次推出的创新融资方式，主要对象是绿色基建项目，国开行将绿色信贷、绿色债券以及专项建设基金等三种融资渠道相互结合补充，采取资金全流程跟踪和账户实时监控的管理原则，统筹资金安排，为绿色项目补充资本金缺口同时提供后续债务融资服务。这一新型组合融资模式，是对绿色债券模式的创新，有助于推进绿色生态经济发展。

表 5.2 16 武汉地铁 GN002 基本信息

债券名称	武汉地铁 2016 年第二期中期票据
债券简称	16 武汉地铁 GN002
发行规模	20 亿元
上市场所	全国银行间债券市场
债券面值	100 元
票面利率	3.35%
计息期限	15 年
债券种类	中期票据
计息方式	固定利率
评级对象	中诚信
第三方绿色认证	中债资信
主承销商	国家开发银行
信用评级	发行人的主体评级为 AAA 级，本期债券的评级为 AAA 级

本期 16 武汉地铁 GN002 所募集的资金主要用于城市轨道交通等国家重点领域绿色建设项目（武汉地铁 1 号、2 号、11 号线路）。此次债券所投项目运作后，平均每年节约 17000 吨标准煤资源，一氧化碳 915.4 吨，减少排放二氧化碳温室气体约 41900 吨，降低排放 SO₂ 大约 5 吨，节能减排效果良好。

5.1.3 发行绿色债券的动因分析

（1）绿色债券的成本优势

武汉地铁集团主要从事城市轨道交通建设，从 2000 年开始，公司对多条武汉轨道交通线工程施工建设，所涉及的这些工程项目建设维护周期时间久、工程规模量大、范围广，所需要建设资金多。在融入资金渠道途径方面，银行贷款占所募集的资金有较高比例，然而与此同时银行贷款利率高，所对应的集团融资成本费用负担重、还款压力大。相比较而言，绿色债券由于政府补贴等优惠措施，武汉地铁发行绿色债券会有明显的成本优势。

具体地，以武汉地铁发行的 G17 武铁 1（全称 2017 年第一期武汉地铁集团有限公司绿色债券）为例，该债券是我国城市轨道交通行业公开发行的第一单绿色企业债，同时也为自 2017 年以来国内发行的第一单 15 年超长期企业债券。本

期债券票面利率仅为 4.99%，与 2017 年 7 月份市场上发行的相同信用评级、期限一样的中期票据相比较，平均融资成本利率低 12BP 左右，经估算此次发行的债券可以为武汉地铁降低约 5600 万元的利息成本费用。

表 5.3 G17 武铁 1 基本信息

债券名称	2017 年第一期武汉地铁绿色债券
债券简称	G17 武铁 1
发行规模	30 亿元
债券面值	100 元
票面利率	4.99%
债券期限	10+5Y
债券种类	普通企业债
计息方式	固定利率
评级对象	中诚信
流通市场	上交所
主承销商	国泰君安，海通证券
信用评级	发行人的主体评级为 AAA 级，本期债券的评级为 AAA 级
特殊条款	回售，票面利率选择权

图 5.1 反映以 G17 武铁 1、G18 武铁 1、G19 武铁 1 的票面利率对比上述债券发行时同期所处季度的全国非金融机构贷款的加权平均利率的情况，也可得到绿色债券确实有明显的成本优势。



图 5.1 武汉地铁绿色债券成本对比

(2) 拓宽融资渠道

对于企业来讲，银行贷款、债券融资是常见的融资方式，发行股票对于武汉地铁这种大型地方国企不适用，也不具备相应的条件，所以较适用于债务融资。在银行贷款方面，截至 2019 年末，公司获得国家开发银行、工商银行等金融机构总计 2864.57 亿元的授信额度，已经占用 1633.78 亿元，剩余额度为 1230.42 亿元。在融资租赁方面，截至 2020 年 12 月底，集团共进行了 73 次租赁融资，主要与工银金融租赁、民生金融租赁、武汉光谷融资租赁公司等合作，融资租赁相比较而言，融资速度快，在资金使用方面相对限制较少，但融资成本较高。在公司债券融资方面，集团最早于 2013 年发行普通企业债、之后几乎每年都会发行债券，方式多样有一般短期融资券、永续期债、定向工具 PPN、超短期融资券、信贷资产支持证券等，到 16 年开始发行绿色有关的债券，满足了相关的融资需求，创新拓展了融资途径，也有助于优化公司资本财务结构。

5.2 武汉地铁发行绿色债券的效益分析

5.2.1 实证模型测算效率结果分析

表 5.4 是根据第 4 章节实证模型分析得出的结果，其中武汉地铁、南京地铁、广州地铁、四川地铁、青岛地铁 5 家公司均有发行过绿色债券，而天津地铁、杭州地铁、沈阳地铁 3 家公司作为对照组，为没有发行过绿色债券的公司。依据上一章 DEA 结果可以得知，武汉地铁总体债券融资效率为 0.509，还有较大的提升空间，其中纯技术效率已达到相对有效状态，说明在目前企业在生产运营方面的技术和管理等水平上投入资源的使用是相对有效的，未能达到综合有效的关键原因是企业的规模要素，但武汉地铁总体上各效率相对优于对照组公司的平均效率。

表 5.4 武汉地铁等 8 家企业债券融资效率评价结果

企业名称	债券融资效率	纯技术效率	规模效率
武汉地铁	0.509	1	0.509
广州地铁	0.599	0.999	0.6
青岛地铁	1	1	1
四川地铁	0.304	0.873	0.348
南京地铁	0.506	0.877	0.576

天津地铁	0.287	0.914	0.314
杭州地铁	0.368	0.932	0.395
沈阳地铁	0.845	1	0.845

5.2.2 传统财务指标效益分析

对绿色债券融资前后财务指标进行分析，由于武汉地铁绿色债券融资行为开始在 2016 年，但对于企业的绩效表现受时限的作用在 2017 年才显现，所以分析中将 2015 年和 2016 年作为融资前的对照，将 2017-2019 年进行融资后的对照，研究绿色债券发行前后的财务指标变化趋势。

如图 5.2 所示反映武汉地铁的盈利能力变化趋势，可以看出，在净利润方面企业呈现增长趋势，2017 年相比 2016 年，净利润显著增长达到 12 亿以上，2019 年又达到了 17 亿，所以总体来看，净利润指标显示武汉地铁发行绿色债券后效益良好；净资产收益率近五年均在 1.5% 以上，销售净利率波动较大，在 2017 年大幅回落，主要是由于在该年主营业务收入增加的幅度远高于净利润增加程度，2017 年以后呈现缓慢上升的趋势，2019 年销售净利率为 17.33%，保持在合理的区间内。

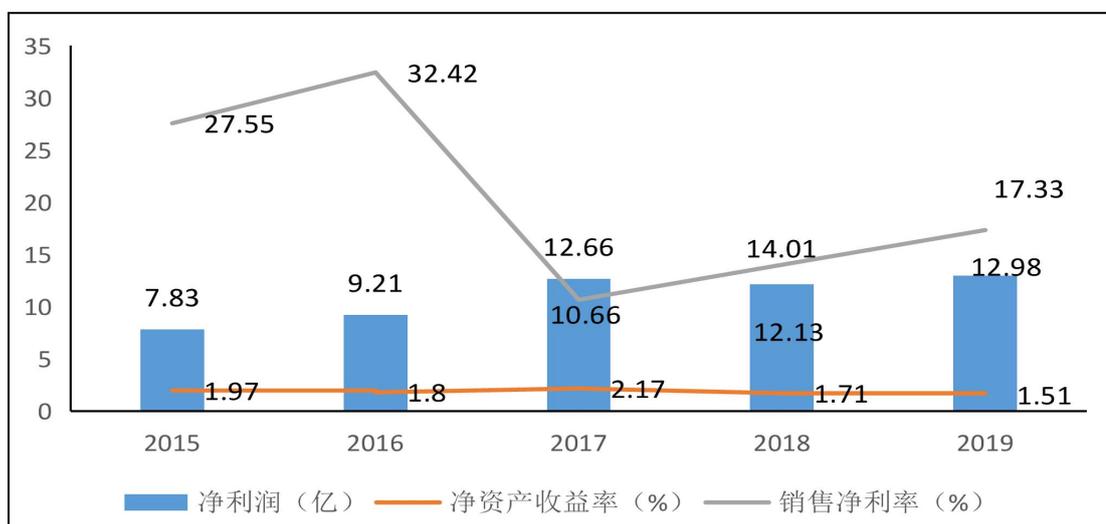


图 5.2 武汉地铁 2015-2019 年部分盈利能力指标

图 5.3 描述的是武汉地铁偿债能力指标，其中企业资产负债率在 2017 年以后平均高于之前年份水平，反映绿色债券的发行增加提高了企业的负债程度，但总体上增长幅度不大，处于正常的区间范围，流动比率近五年均在 3 以上，说明

流动资产远高于流动负债，利息保障倍数在 2017 年突然大幅度下降，依然是与 2017 年项目投资扩大、费用支出多有关，在 2018 与 2019 年又逐渐上升达到 5.74，所以武汉地铁即便在增发债务融资的情况下，偿债能力仍较强，财务状况稳定。

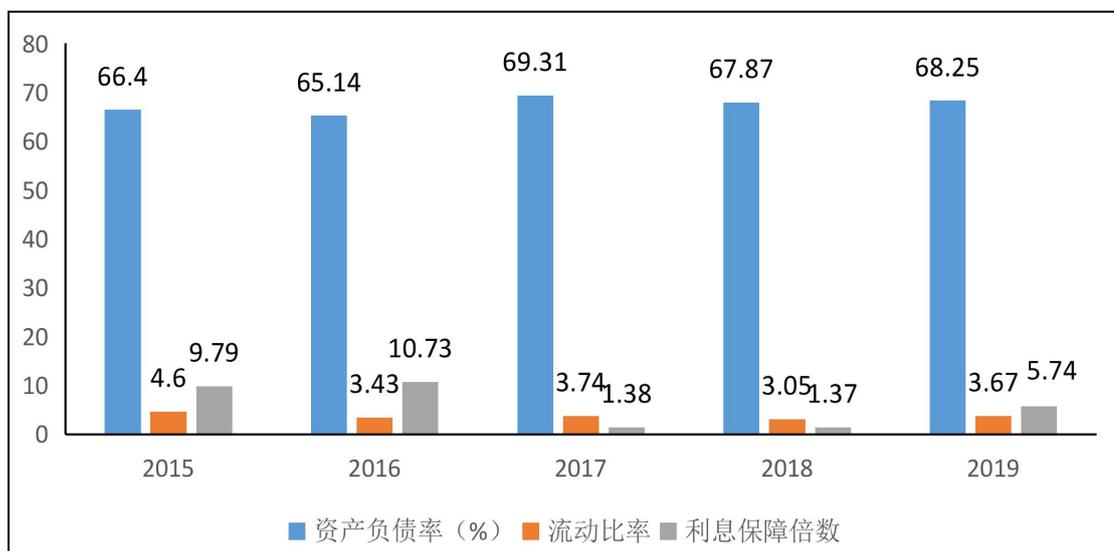


图 5.3 武汉地铁 2015-2019 年部分偿债能力指标

5.2.3 环境效益分析

发行绿色债券不仅帮助企业募集到资金开展绿色项目活动，还起到保护环境的作用，使我国可持续发展战略落实更加有力。武汉地铁利用绿色债券募集的资金主要用于城市轨道交通的建设，城市轨道交通与公路相比占地面积少，与高速铁路比不占用地上空间，用地率小，大大节约大量的土地资源。

表 5.5 公交车和小汽车碳排放量情况

交通工具（每千米）	碳排放量（千克）
公交车	0.036
低油耗小汽车	0.189
中油耗小汽车	0.297
高油耗小汽车	0.405
地铁	0.098

数据来源：网络获取整理

另外，从碳排放量来比较，如表 5.5 所示。对于地铁一般一站 1-2 千米，碳排放 0.098 千克，远低于小汽车的碳排放量，虽然高于公交车的，但从客运量来

比较，平均在每位出行旅客上，依然地铁是上述交通出行的优选，而且速度快、不堵车，是人们出行优选的交通方式。另外地铁等轨道交通利于城区大气环境的改善，但为其承担电力及发电燃料的地方仍会带来一定的环境污染、二氧化碳排放情况，不过考虑到这些供电地区一般在空旷或偏远地区，环境容量较大，自净能力强，因此整体比较仍可降低对自然生态环境的影响。

下面以武汉地铁 2020 年发行第二期绿色中期票据（20 武汉地铁 GN001）的拟投资项目的节能减排效益来具体展开分析。本期债券发行金额 20 亿元，期限 15 年，公司计划将其中 12 亿元用于偿还贷款，8 亿元用于武汉轨道地铁线路的建设维护工程。

表 5.6 20 武汉地铁 GN001 拟用于轨道项目建设资金明细

项目名称	项目长度（公里）	建设时期	投资额（亿元）	拟使用融入资金量（亿元）
轨道 2 号线南延线	13	2015-2019	127	2
轨道 5 号线	34	2016-2020	256	3
轨道 11 号线东段一期	20	2015-2018	144	3
合计	67	-	527	8

数据来源：20 武汉地铁 GN001 第三方绿色认证评估报告

中债资信在对本期债券进行绿色第三方认证时，通过测算估判 2021-2030 年以上地铁线路开通经营以后，每年平均下来能够实现约 98 亿/公里的客运工作量，可使每年节约 312,000 吨的标准煤，以及并减少排放 820,000 吨的二氧化碳。整体看，本期债券所融资金募投项目在节能减排方面表现良好。

表 5.7 20 武汉地铁 GN001 年度节能减排情况

募投项目节能效益		募投项目减排效益	
年节约标准煤	31.2 万吨	年二氧化碳减排量	82.4 万吨

数据来源：20 武汉地铁 GN001 第三方绿色认证评估报告

5.2.4 声誉效益分析

党的十八届五中全会上，习近平同志提出“五大发展理念”，将绿色发展作为关于经济发展的理念之一，当前绿色产业发展趋势强劲，企业发行绿色债券从事绿色项目，会使企业的形象得以提升，在公众面前会树立一个环保友好型企业

形象，捕获投资者的信心与投资意愿，强化消费者对绿色债券发行主体所产商品的支持意愿，尤其是针对城市轨道交通行业，方便群众的出行，同时污染得到一定程度地减少。武汉地铁发行绿色债券，在拓宽融资渠道的同时，也为自己贴上了“绿色”标签，体现了企业顺应国家发展的时代潮流，彰显了企业的社会责任感。所以，发行绿色债券利于维持企业在行业与市场中的声誉形象。

5.3 武汉地铁发行绿色债券的风险分析

5.3.1 债券自身具有的风险

受新型冠状病毒疫情、经济周期及国际总体经济下行等影响，我国金融市场存在一定的不确定性，市场利率存在波动性，当市场利率总体下降时，绿色债券的成本优势会相对削弱，从而会加大企业偿还利息的压力。同时，在债券存续期间受国家政策、市场等不可调控的因素，武汉地铁经营活动可能会受到一定冲击，使营业收入大幅下降，也会对债券的偿付造成不好的后果。此外，所发行的债券都是中长期的，多数都在15年左右，在此期间，募集到的资金配置及监管落实方面也存在执行不到位的风险，使融入资金错用、混用，甚至不用在绿色项目经营活动中，欺骗投资者。

5.3.2 武汉地铁集团自身风险

(1) 经营风险

第一，营业收入存在一定波动性。2017年总收入为120.57亿元，2018年为102.55亿元，2019年为90.28亿元，连续三年一直下滑。构成武汉地铁营业收入部分中，土地一级开发收入是第一大主要收入来源，因为宏观经济及土地供求方面的多方面因素，这部分收入一直在下降，导致企业营业收入不断呈下行趋势。第二，质押物资产规模大。截至2020年上半年末，银行贷款已使用1645.68亿元，为获得银行资金，将地铁部分线路经营收费权质押给借款银行，企业也开展融资租赁业务，同样把部分轨道线路资产作为质押标的物，一旦上述资产受到限制，将会大大冲击企业经营运作活动。第三，多元经营风险。集团现从事轨道交通建设、营运及管理、土地一级开发等多领域业务，在一定程度上分散公司资源，对管理人员技术能力、管理素质等也提出了更高地要求。第四，地方政府干预风

险。由于武汉地铁是国有控股企业，在以盈利为目标的同时也承担着社会责任，地方政府对公司的产品定价、重大经营决策、高层管理人员的选拔及未来战略方向存在某种程度上的把控，从而也会使公司经营发展受到影响。

（2）项目建设风险

企业在项目建设中，因为地铁轨道行业的特殊性，存在项目规划风险、施工风险、工程成本风险。首先，地铁线路的开发涉及政府、公众、城市交通管理等多方面的因素，如果在规划过程中没有仔细设计方案，存在损害某一方财产利益的因素，可能会导致项目在建设中断。其次，地铁建设过程中施工时间长、工程规模大，如果安全保护措施缺位会导致发生坍塌等事故，危害工作人员的生命安全，也会影响进度及承担赔偿责任，削弱企业盈利能力。最后，在项目建设过程中也会面临原材料成本、工人劳动价格上升的风险，所需资金变多，超出预算，导致工程无法按期竣工。

（3）内部管理风险

2018年武汉市中共纪检会在网站发布《武汉地铁集团原副总经理何继斌被开除党籍和公职》的公告。经过调查核实，何继斌因为违反廉洁纪律，利用职务便利为亲属好友谋取巨额利益，收受大额现金存款，同时也违反生活纪律，被开除党籍、移送司法机关处置。此次事件也暴露出企业内部管理、监督有问题，个别管理干部缺乏责任感、法律意识淡薄，不利于企业经营与发展，从而也会影响集团盈利与偿债能力，降低绿色债券融资效率。

5.4 案例分析总结

本章从微观角度以武汉地铁发行的一系列绿色债券为研究对象，分析其发行绿色债券的融资效率，可以为其他企业尤其是民营企业提供借鉴参考。由于案例研究方法主要是定性分析，而融资效率从本质上为投入产出比，但本章通过分析绿色债券为武汉地铁融资带来的效益与潜藏的风险，一定程度上也能回答所募集资金的成效如何、绿色债券的融资效率表现。

通过案例分析可以得到，在效益方面：通过第四章 DEA 模型测算武汉地铁总体债券融资效率为 0.509，还有较大的提升空间，其中纯技术效率已达到相对有效状态，未能达到综合有效的根本原因是企业规模因素影响的生产效率；传统财

务指标效益分析中得出企业盈利能力与偿债能力较强；节能减排环境效益方面表现良好；也给企业贴上了“绿色标签”，提高了形象声誉。潜在的风险，表现在债券本身的利率风险、资金管理错位风险以及企业自身的经营风险、项目建设风险、内部管理风险。综上所述，武汉地铁借助绿色债券融资，降低了融资成本，拓展了融资渠道，但由于募集资金规模大、期限长，企业管理人员应科学做好资金配置计划，把控预防隐藏的风险。

6 结论与建议

6.1 结论

本文从宏微观角度对绿色债券融资效率进行了分析，同时分别采取了实证与案例结合的研究方法，从定量与定性双重角度测度了绿色债券的融资效率，最终反映出募集资金使用效果，结论如下：

一、从实际情况来看，发行绿色债券是企业募集资金的新途径，为企业在资本市场融资提供了便利，在一定程度上提高了企业融资效率、解决了融资难、融资贵的问题，绿色债券享有政府定向优惠政策，融资成本偏小，是融资方式的创新，同时也是金融改革上的创新。但目前绿色债券市场也存在着相关政策、法律法规仍然不完善、绿色认证体系不统一等问题，这可能降低绿色债券融资效率。

二、基于因子分析与 DEA 的组合评价实证视角，发现当前绿色债券存在绿色激励，即发行绿色债券的公司融资效率高于未发行绿色债券的融资效率，但从整体上看绿色债券的融资效率水平偏低，仍有较大的改进空间。主要原因当前发行绿色债券的主体多为上市公司、大型国有企业，由于所募集资金的规模大，会导致资金冗余，且不能及时高效利用，从而会使部分资金闲置，不能达到最佳配置，造成融资效率低。

三、在案例部分当中，对武汉地铁发行绿色债券的基本情况、动因、效益、可能的风险进行了分析。武汉地铁发行绿色债券经验丰富，自 2016 年开始每年都借助绿色债券融资，规模占总债券的 63%。发行绿债的主要动因是基于成本优势、拓宽融资渠道考虑的。通过绿色债券募集资金优化了企业资本结构，财务效益较好，节能减排对社会的贡献突出，也为企业强化了绿色环保形象，但是仍需要把控预防相关风险，进一步提高绿色债券融资效率。

6.2 建议

6.2.1 宏观层面

虽然近几年我国绿色债券市场发展迅猛，但是涉及的主体多为大型国企，它们本身的优越性，在绿色债券申请等方面较为便利，但推进债券市场的发展需要更多的企业参与到绿色债券市场中，尤其是民营企业，他们经营活动涉及面广、规模大，若能够引导好，绿色金融市场有更大的发展空间。

（1）加大绿色债券的政策扶持力度

政府可借助实施优惠定向政策，吸引企业发行绿色债券，建设绿色环保项目，针对中小微企业要充分调研，可以通过补助利率、延长还款时间等，激发企业发行绿色债券的热情。另外，在税率方面发力，对于绿色经营项目所得减免税收，或将绿色收入在应纳税基数中扣除。此外，对于非金融、非国企公司在信用评级方面给予支持。审慎评估相关绿色项目，对优质惠企惠民的工程，可由政府设立资金担保，从而加强企业及债券信用评级，地方政府也可通过建立绿色债券专项担保基金，降低违约风险概率，加大市场上绿色债券吸引力。

（2）优化相关法规加强政府导向作用

我国对于绿色债券的定义与欧洲等国家存在差异，可能会使部分外资投资者对国内绿色债券有所顾虑，所以应该推动绿色标准接轨国际标准，吸引外资投资商。加强信息披露机制的建设，公开透明的信息披露机制，可以在一定程度上减少债券的违约风险，利于公众和投资者及时了解资金的使用状况，从而避免将绿色资金用到非绿色项目中情况的发生。

（3）构建统一绿色认证体系

当下我国对于发行绿色债券是否需要第三方认证，没有强制规定，但从国际绿色债券发展趋势来看，规范统一的绿色认证体系是有必要的，以免发生“漂绿”行为，借绿色债券名义募集资金用于其他、甚至污染环境项目。这就需要加强建设第三方认证体系，可由发改委牵头制定绿色认证体系、准入条件和资格筛选评估的具体要求，证监会等监管部门对于第三方认证机构的资格也要进行评估。

6.2.2 微观层面

（1）加强债券募集资金的规模使用效率

通过分析，企业发行绿色债券融资效率普遍偏低，主要是因为规模效率低，没有资金的合理规划，造成过多的资金投入，或资金没有运用到合适有效的项目中，资金配置率低，未达到最优配置，从而影响企业的效益。所以企业在发行绿色债券之前，应该进行充分调研，制定明确的资金使用规划，及时跟进项目进度效果；对于资金冗余的项目，应在严格遵循募集资金用途的前提下，创新地进行资金利用，减少冗余程度，避免过高地流动比率与企业资金闲置情况的出现；对于资金紧张的项目，可再借助融资工具，说明项目进度与前景，赢得市场认可度，增加投资者的了解与青睐，为继续融资做好铺垫

基础，从而提高资金的使用效率。

（2）强化企业合规经营建设

企业拥有标准规范的管理制度是可持续发展的必要条件。其一在员工管理方面，尤其是对于高层管理人员的权力使用要有内部审核监督机制，避免发生腐败贪污，适当引入外部专业性服务机构进行审计核查，建立科学高素质的合规管理团队，从而减少对企业不利的事情发生，提高运营效率。其二完善开展项目的制度体系，对于业务挖掘、调研、承接、实施的标准应该有详细的要求规定。积极与各参与主体包括政府相关部门、投资者、公众等进行充分询问交流，做好项目设计方案。使公司运营规范化、合规化，为发行绿色债券融资奠定基础。

（3）谨防绿色债券违约风险

绿色债券发行期限一般多为中长期，需要制定详尽的还款计划，这不仅可以保障投资者的利益，也能减少发行人还款的盲目性。以武汉地铁为例，在绿色债券募集公告中只是阐明还款来源是售票与土地开发收入，没有列出全面的还款计划，同时武汉地铁土地开发收入近几年连续下降，都在某种程度上加重了对债券还款的不确定性。所以企业在计划发行债券之前，应该对于还款的具体资金来源以及资金不足无法还款的情况下如何保障投资者利益给出说明，严防债券违约。

参考文献

- [1] Alex Y.H. Lo, Jim. C.Y., Differential Community Effects on Perception and Use of Urban Greenspaces[J]. *Cities*, 2010, 27(6): 430-442.
- [2] Clapp C, Climate finance: capitalising on green investment trends[J]. *The Way Forward in International Climate Policy*, 2014, 9: 44-48.
- [3] Climate Bonds Initiative[R]. Year 2014 Green Bonds Financial Report. 2016.
- [4] CMA(International Capital Market Association) [R], Voluntary Process Guidelines for Issuing Green Bonds Principles, 2015.
- [5] Criscuolo C and Menon C, "Environmental Policies and Risk Finance in the Green Sector: Cross-country evidence "[J], *Energy Policy*, 2015, 83, pp.38-56.
- [6] Descano L, Gentry B.S, Communicating Environmental Performance to the Capital Markets[J]. *Corporate Environmental Strategy*, 1998, 5(3):15-19.
- [7] He Yanyan, Wang Zhiqi, Liu Yinghan. An Analysis of Chinese Green Bond Market Using Benchmark Government Yield Curve[J]. *Frontiers in Economics and Management*, 2021, 2(1)
- [8] Klassen and R.D, McLaughlin.C.P, "The impact of environmental management on firm performance "[J], *Management science*, 1996, 42(8), pp.1199-1214.
- [9] Löffler K U, Petreski A, Stephan A. Drivers of green bond issuance and new evidence on the "greenium"[J]. *Eurasian Economic Review*, 2021(1):1-24.
- [10] Mark White. Environmental Finance: A Guide to Environmental Risk Assessment and Financial Products[M]. Canada John Wiley & Sons. Inc. 1996.
- [11] Salazar J. Environmental Finance: Linking Two World[R]. Presented at a Workshop on Financial Innovations for Biodiversity Bratislava, 1998(1):2-18.
- [12] Zerbib, Olivier D. The Effect of Pro-Environmental Preferences on Bond Prices: Evidence from Green Bonds[J]. *Journal of Banking and Finance*, 2019, 98:39-60.
- [13] 毕茜, 李虹媛, 于连超. 高管环保经历嵌入对企业绿色转型的影响与作用机制[J]. *广东财经大学学报*, 2019, 34(05):4-21.
- [14] 陈益云, 林晚发. 承担社会责任越多, 企业发债时信用评级就越高吗? ——中国上市公司数据的检验[J]. *现代财经(天津财经大学学报)*, 2017, 37(06):101-113.
- [15] 蔡秋玉. 中国与新加坡绿色社区财税激励政策比较研究[J]. *亚太经济*, 2018

- (05):88-94.
- [16]杜婕, 张墨竹. “一带一路”倡议对绿色金融发展的促进作用研究[J]. 吉林大学社会科学学报, 2019, 59(03):49-61.
- [17]高扬, 李春雨. 中国绿色债券市场与金融市场间的风险溢出效应研究[J]. 金融论坛, 2021, 26(01):59-69.
- [18]高晓燕, 纪文鹏. 绿色债券的发行人特性与发行信用利差[J]. 财经科学, 2018(11):88-94.
- [19]冯建芬, 夏传信, 王春霞. 碳排放权价格建模与碳债券估值[J]. 河北经贸大学学报, 2018, 39(01):66-72.
- [20]韩立岩, 蔡立新, 尹力博. 中国证券市场的绿色激励: 一个四因素模型[J]. 金融研究, 2017(01):145-161.
- [21]何丹, 汤婷, 陈晓涵. 制度环境、机构投资者持股与企业社会责任[J]. 投资研究, 2018, 37(02):122-146.
- [22]何茜. 绿色金融的起源、发展和全球实践[J]. 西南大学学报(社会科学版), 2021, 47(01):83-94.
- [23]黄韬, 乐清月. 中国绿色债券市场规则体系的生成特点及其问题[J]. 证券市场导报, 2018(11):41-49.
- [24]柯宇立. 公司债券的风险识别研究[J]. 上海金融, 2018(11):82-86.
- [25]贾永飞, 白全民, 王金颖, 季小妹. 基于因子分析与交叉 DEA 的国家自主创新效率评价—以山东半岛国家自主创新示范区为例[J]. 科技管理研究, 2020, 40(03):39-45.
- [26]金佳宇, 韩立岩. 国际绿色债券的发展趋势与风险特征[J]. 国际金融研究, 2016(11):36-45.
- [27]姜英兵, 崔广慧. 企业环境责任承担能够提升企业价值吗? ——基于工业企业的经验证据[J]. 证券市场导报, 2019(08):24-34.
- [28]姜琪, 王越. 政府质量、科技创新与绿色 GDP——中国省际空间溢出效应及区域差异对比[J]. 贵州财经大学学报, 2020(06):87-99.
- [29]刘乃贵, 吴桐. 绿色金融法律保障机制研究[J]. 财经科学, 2017(10):41-51.
- [30]李曦. 新能源企业融资效率的 DEA 实证研究—来自 50 家新能源行业上市公司的经验证据[J]. 福建金融, 2019(12):39-46.
- [31]林伯强, 谭睿鹏. 中国经济集聚与绿色经济效率[J]. 经济研究, 2019,

54(02):119-132.

[32]雷辉,刘俏云.基于四阶段 DEA 模型的绿色低碳企业融资效率研究[J].财经理论与实践,2020,41(03):72-78.

[33]连平,仇高擎,武雯,鄂永健.我国绿色金融市场发展展望及对策建议[J].新金融,2016(11):51-56.

[34]连玉君,彭方平.融资约束与流动性管理行为[J].金融研究.2010(10):158-171.

[35]绿色金融工作小组,四类措施推动我国绿色金融体系构建——《构建中国绿色金融体系》报告发布[J].中国银行业,2015,(04):97-99.

[36]马蔡琛,赵笛.构建以环境保护税为基础的绿色税收体系[J].税务研究,2020(11):39-45.

[37]马骏.完善环境信息披露制度[J].中国金融,2016,(6):52-53.

[38]马险峰,王骏娴.加快建立绿色证券制度[J].中国金融,2016(06):60-62.

[39]沈洪涛,万拓,杨思琴.我国企业社会责任报告鉴证的现状及评价[J].审计与经济研究,2010,25(06):68-74.

[40]宋培,陈喆,宋典.绿色技术创新能否推动中国制造业 GVC 攀升——基于 WIOD 数据的实证检验[J].财经论丛 2021,(01):1-14

[41]宋献中,陈幸幸,王玥.绿色低碳发展视角下的企业投融资行为研究:综述与展望[J].财务研究,2020(06):15-25.

[42]陶文杰,金占明.媒体关注下的 CSR 信息披露与企业财务绩效关系研究及启示——基于我国 A 股上市公司 CSR 报告的实证研究[J].中国管理科学,2013,21(04):162-170.

[43]王凤荣,王康仕.“绿色”政策与绿色金融配置效率——基于中国制造业上市公司的实证研究[J].财经科学,2018(05):1-14.

[44]王可第.资本市场如何推动企业绿色发展?——基于股票流动性视角[J].证券市场导报,2020(10):2-11.

[45]王遥,潘冬阳,彭俞超,梁希.基于 DSGE 模型的绿色信贷激励政策研究[J].金融研究,2019(11):1-18.

[46]王遥,曹畅.中国绿色债券第三方认证的现状与前景[J].环境保护,2016(19).

[47]王瑭玮,师龙.境内外绿色债券市场发展[J].中国金融,2019(09):48-49.

[48]危平,舒浩.中国资本市场对绿色投资认可吗?——基于绿色基金的分析[J].财经研究,2018,44(05):23-35.

- [49] 魏吉华, 蒋金法. 绿色财政支出: 理论与实践——对党的十九大关于深化绿色发展的思考[J]. 当代财经, 2018(12): 26-36.
- [50] 许宪春, 任雪, 常子豪. 大数据与绿色发展[J]. 中国工业经济, 2019(04): 5-22.
- [51] 余壮雄, 陈婕, 董洁妙. 通往低碳经济之路: 产业规划的视角[J]. 经济研究, 2020, 55(05): 116-132.
- [52] 杨博文. 我国绿色资产担保债券监管法律制度研究[J]. 证券市场导报, 2019(08): 69-78.
- [53] 杨兴全. 企业债务融资结构与公司治理[J]. 审计与经济研究, 2004(04): 54-57.
- [54] 杨希雅, 石宝峰. 绿色债券发行定价的影响因素[J]. 金融论坛, 2020, 25(01): 72-80.
- [55] 杨立生, 王倩, 柴鑫. 基于 SBM-DEA 模型的企业绿色持续创新效率研究[J]. 云南财经大学学报, 2018, 34(05): 102-112.
- [56]. 中国工业经济学会. 2021 年“十四五”中国产业经济绿色低碳发展研讨会[J]. 中国工业经济, 2021(01): 2.
- [57] 庄贵阳, 朱仙丽. 《欧洲绿色协议》: 内涵、影响与借鉴意义[J]. 国际经济评论, 2021(S1): 116-133+8.
- [58] 周小川. 以绿色融资促可持续发展[J]. 中国金融, 2018(13): 11.
- [59] 朱沛华. 负面声誉与企业融资——来自上市公司违规处罚的经验证据[J]. 财贸经济, 2020, 41(04): 50-65.
- [60] 张济建, 于连超, 毕茜和潘俊. 媒体监督、环境规制与企业绿色投资[J]. 上海财经大学学报, 2016, 18(05): 91-103.

附录

公司名称	债券融资效率（综合技术效率）	纯技术效率	规模效率
北京汽车	0.156	0.919	0.169
清新环境	0.551	0.884	0.623
格林美	0.485	0.908	0.534
博天环境	0.423	0.5	0.846
嘉化能源	0.941	1	0.941
龙源电力	0.24	0.908	0.264
大唐新能源	0.416	0.871	0.477
金风科技	0.43	0.927	0.464
北控水务集团	0.36	0.928	0.387
云南水务	1	1	1
节能风电	0.69	0.898	0.768
比亚迪	0.253	0.871	0.291
平煤股份	0.415	0.913	0.454
丽鹏股份	0.954	0.965	0.989
恒邦股份	0.203	0.899	0.225
特锐德	0.424	0.896	0.473
山东黄金	0.186	0.945	0.197
高能环境	0.461	0.97	0.476
首创股份	0.458	0.896	0.511
东江环保	0.607	0.946	0.641
蒙草生态	0.805	0.892	0.903
中利集团	0.506	0.869	0.582
深圳能源	0.366	0.918	0.399
新天绿色能源	0.443	0.92	0.481
华友钴业	0.271	0.888	0.305
国轩高科	0.637	0.889	0.717
东华能源	0.176	0.906	0.194
新疆天业	1	1	1
中国巨石	0.58	0.949	0.611
中国光大水务	0.75	1	0.789
东风集团股份	0.33	0.951	0.33
碧水源	0.449	1	0.483
赤峰黄金	0.407	0.929	0.411
巴安水务	0.798	0.988	0.875
华电福新	0.252	0.912	0.288
宝新能源	0.586	0.876	0.634
明阳智能	0.83	0.924	0.83
中原环保	1	1	1

兴蓉环境	1	1	1
力帆股份	0.187	0.326	0.572
冀中能源	0.363	0.91	0.399
潞安环能	0.218	0.926	0.235
西山煤电	0.27	0.894	0.302
美晨生态	0.697	0.896	0.778
紫金矿业	0.116	0.886	0.131
中能电气	0.659	0.906	0.727
瀚蓝环境	0.651	1	0.651
启迪环境	0.422	0.885	0.477
美尚生态	0.795	0.931	0.854
三聚环保	0.408	0.82	0.497
爱康科技	0.369	0.576	0.64
内蒙华电	0.388	0.892	0.435
深圳燃气	0.33	0.928	0.356
洛阳钼业	0.409	1	0.409
南都电源	0.417	0.914	0.457
广汇能源	0.431	0.886	0.487
中泰化学	0.169	0.842	0.201
中材科技	0.44	0.971	0.453
中山公用	0.959	1	0.959
天津创业 环保股份	0.685	0.925	0.74
武汉地铁	0.509	1	0.509
广州地铁	0.599	0.999	0.6
青岛地铁	1	1	1
四川地铁	0.304	0.873	0.348
南京地铁	0.506	0.877	0.576
天津地铁	0.287	0.914	0.314
杭州地铁	0.368	0.932	0.395
沈阳地铁	0.845	1	0.845

后记

时光飞逝，不知不觉已匆匆三年。仍旧记得第一次来母校复试的感受，迷茫忐忑又有信心、对未来充满期待与憧憬，现即将离开校园，回往研究生求学生涯，感到格外充实，收获非常多。

首先，我要感谢我的导师，对我论文的指导与答疑解惑，在论文选题、研究方法等都提出了许多有建设性的看法意见，使我的论文不断得以修改完善。导师兢兢业业、为人师表，在生活中更是待人亲切、循循善诱，鼓励我学习进步，无形之中大有裨益。在未来我将一直牢记导师的谆谆教诲，认真工作、乐观生活。在此，我向导师致以真诚的感谢与衷心的祝福！

其次，我也要感谢兰州财经大学金融学院的老师们，感谢他们在专业知识与为人处世方面的传授与指导。我也要感谢三年期间给予我帮助的室友、同门和各位同学，也祝福他们前程似锦、幸福美满。

同时，我也要感谢各位评审专家老师们的辛苦工作，感谢您们在百忙之中抽出时间给予我论文审阅与指正。

最后，我要感谢我的父母。撰写论文过程不易，感谢爸爸妈妈默默的支持与鼓励，让我在遇到困难的时候有了信心与力量，您们永远是最坚强的后盾。未来，期待自己通过不懈努力奋斗，成为父母的强大依靠。