

分类号 F83/613  
U D C 0005800

密级  
编号 10741

兰州财经大学

LANZHOU UNIVERSITY OF FINANCE AND ECONOMICS

硕士学位论文

(专业学位)

论文题目 碳中和债券的风险研究  
——以三峡集团为例

研究生姓名: 任胡

指导教师姓名、职称: 马润平、教授

学科、专业名称: 金融专硕

研究方向: 金融管理

提交日期: 2024年6月3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： 任明 签字日期： 2024.6.3  
导师签名： 孙平 签字日期： 2024.6.3  
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內容。

学位论文作者签名： 任明 签字日期： 2024.6.3  
导师签名： 孙平 签字日期： 2024.6.3  
导师(校外)签名： \_\_\_\_\_ 签字日期： \_\_\_\_\_

# **Research on the risk of carbon neutral bonds —— Take the Three Gorges Group as an example**

**Candidate : Ren Hu**

**Supervisor: Ma Runping**

## 摘要

自高质量发展战略制定实施以来,碳排放等成为政府重点监督管理的问题之一,与环境和谐发展成为目标所在。在 2020 年的第 75 届联合国大会上,习近平总书记正式提出了“双碳”战略规划,力争在 2030 年前和 2060 年前分别实现“碳达峰”“碳中和”两项关键性目标。上述目标成为我国践行可持续发展理念的重要标志,这就为绿色金融的发展创造了有利契机,而碳中和债券也因此成为绿色金融创新的重要成果之一。我国首批碳中和债券发行于 2021 年 2 月 7 日,债券数量为 6 只,标志着我国碳中和事业进入了新的发展时期。这一债券产品的出现,不仅为企业融资创造提供了更加丰富的渠道,也为绿色金融的创新发展提供了有力支持,成为国家绿色低碳发展战略的重要措施之一。

三峡集团现已成为我国清洁能源产业的领军企业之一,在绿色债券创新发展的过程中作出了巨大贡献,主导了国内首批碳中和债券的设计和发行工作,在绿色债券的设计和发行领域具备显著的经验优势。本研究以案例分析法为主要研究工具,以三峡集团为对象开展实证研究工作,在具体研究分析“21 三峡 GN001”、“22 三峡 GN002”两只碳中和债券相关内容、市场表现等问题的基础上,结合数据资料对相关债券的发行背景、交易条款、产品风险等问题进行梳理总结,明确其中创新之处和风险问题,为债券风险的防控工作提供有价值的参考。研究发现,两只碳中和债券的票面利率以国债利率为基准,且票面利率固定,债券的价值会受到市场利率的影响,从发行之日到 2023 年 12 月期间,我国国债利率水平基本维持在 2.14%—3% 之间,波动幅度相对较大,所以从利率波动带来的利率风险的角度来看,三峡集团这两只债券可能面临一定的利率风险;从久期和凸性的角度来看,两只碳中和债券的久期和凸性呈下降趋势,意味着两只债券可能面临着较大的价格下降风险,但另一方面也意味着利率波动对价值的影响逐渐降低;由 Z-score 模型分析结果可知,最近数年,三峡集团表现出比较突出的财务风险,存在信用评级过高的问题,但进一步分析发现,由于三峡集团所处水电行业的自身特性,流动性不足造成 Z 值较低;从 Credit metrics 模型中得出的在险价值表明两只碳中和债券具有一定的信用风险;通过分析财务指标,发现三峡集团具

有较强的偿债能力和盈利能力，具有较好的成长性和较强的营运能力，财务风险较小。

本研究在梳理总结三峡集团碳中和债券管理经验的基础上，根据市场未来可能的发展情况，分别从国家政策、企业管理等维度出发对碳中和债券的风险表现进行研究分析，针对性地提出一套相对合理有效的风险防控策略，为企业风险防控工作的开展提供参考和借鉴进而合理控制碳中和债券风险，为我国碳中和债券市场的良性发展提供科学指导。

**关键词：**碳中和债券 三峡集团 风险防范

## Abstract

Since the formulation and implementation of the high-quality development strategy, carbon emission has become one of the key issues of the government's supervision and management, and the harmonious development with the environment has become the goal. At the 75th Session of the United Nations General Assembly in 2020, General Secretary Xi Jinping formally put forward the "two-carbon" strategic plan, striving to achieve the two key goals of "carbon peak" and "carbon neutrality" by 2030 and 2060 respectively. The above goals have become an important symbol of China's practice of the concept of sustainable development, which has created favorable opportunities for the development of green finance, and carbon-neutral bonds have therefore become one of the important achievements of green finance innovation. China's first batch of carbon neutral bonds issued on February 7, 2021, the number of bonds is 6, marking that China's carbon neutral cause has entered a new period of development. The emergence of this bond product not only provides a more abundant channel for enterprise financing creation, but also provides strong support for the innovative development of green finance, and has become one of the important measures of the national green and low-carbon development strategy.

Three Gorges Group has become one of the leading enterprises in China's clean energy industry. It has made great contributions to the process of innovation and development of green bonds, led the design and issuance of the first batch of carbon neutral bonds in China, and has significant advantages in the design and issuance of green bonds. This study with case analysis method as the main research tool, the three gorges group as the object to carry out the empirical research, in the specific research analysis of "21 three gorges GN 001", "22" three gorges GN 002 " two carbon neutral bonds related content, market performance, on the basis of data of related debt issue background, trading terms, product risk summary, clear the innovation and risk, for bond risk prevention and control work to provide valuable reference.research finding, The coupon rate on the two carbon-neutral bonds is based on the Treasury interest rate, And the coupon interest rate is fixed, The value of the bonds will be influenced by the market interest rates, During the period from the release date to December 2023, The basic dimension of China's Treasury bond interest rate is between 2.14% and 3%, The fluctuation amplitude is relatively large, So from the point of view of the interest rate risk arising from interest rate fluctuations, The two bonds of the three Gorges Group may face a certain interest rate risk; From the perspective of duration and convexity, The duration and convexity of the two carbon-neutral bonds are declining, Means that the two bonds could

face a greater risk of price declines, But on the other hand, it also means that the impact of interest rate fluctuations on value gradually decreases; From the analysis results of the Z-score model, In the recent years, The Three Gorges Group shows relatively outstanding financial risks, There are problems of a high credit rating, But further analysis revealed that, Due to the characteristics of the hydropower industry in which the Three Gorges Corporation operates, Insufficient liquidity resulting in low Z value; The risk value obtained from the Credit metrics model indicates that the two carbon neutral bonds have certain credit risk; By analyzing the financial indicators, Found that the Three Gorges Group has a strong solvency and profitability, With a relatively good growth potential and a relatively strong operating capacity, Financial risk is small.

This study on the basis of summarizing the three gorges group carbon and bond management experience, according to the development of the future, respectively from the national policy, enterprise management dimension of the risk of carbon and bond performance analysis, targeted put forward a relatively reasonable and effective risk prevention and control strategy, provide reference and reasonable control of carbon and bond risk, for the benign development of carbon and bond market in China to provide scientific guidance.

**Key words:** Carbon neutral bonds; Three Gorges Group; Risk prevention



# 目 录

1. 绪论	1
1.1 研究背景	1
1.2 研究目的与意义	2
1.2.1 研究目的	2
1.2.2 研究意义	2
1.3 研究方法和内容	3
1.3.1 研究内容	3
1.3.2 技术路线图	4
1.3.3 研究方法	5
1.4 国内外研究综述	5
1.4.1 国外研究现状	5
1.4.2 国内研究现状	7
1.4.3 文献述评	9
1.5 创新点和不足之处	9
1.5.1 创新点	9
1.5.2 不足之处	9
2. 相关概念与理论基础	11
2.1 相关概念	11
2.1.1 绿色债券	11
2.1.2 碳中和债券	11
2.2 理论基础	12
2.2.1 可持续发展理论	12
2.2.2 优序融资理论	13
2.2.3 信息不对称理论	13
2.3 实证模型介绍	14
2.3.1 Z-score 模型	14
2.3.2 Credit Metrics 模型	15

3. 我国碳中和债券的发展概况 .....	17
3.1 我国碳中和债券的发行现状及特征 .....	17
3.1.1 总体规模呈下降趋势 .....	17
3.1.2 债券种类不断丰富 .....	18
3.1.3 发行主体以国企为主 .....	19
3.1.4 募投资金用途集中 .....	21
3.2 碳中和债券的制度背景 .....	21
3.2.1 制度发展进程 .....	21
3.2.2 发行条件及存续期管理要求 .....	22
3.3 信息披露 .....	23
3.4 小结 .....	25
4. 三峡集团发行碳中和债券的案例介绍 .....	26
4.1 案例选取原因 .....	26
4.2 案例背景介绍 .....	26
4.2.1 三峡集团简介 .....	26
4.2.2 三峡集团股权结构 .....	27
4.2.3 三峡集团经营状况 .....	27
4.3 三峡集团发行的碳中和债券介绍 .....	28
4.3.1 “21 三峡 GN001” 介绍 .....	29
4.3.2 “22 三峡 GN002” 介绍 .....	30
4.3.3 后续信息披露 .....	32
4.4 发行动因 .....	33
4.4.1 响应国家政策 .....	33
4.4.2 契合企业发展战略 .....	34
4.4.3 降低融资成本 .....	35
5. 三峡集团发行碳中和债券的风险分析 .....	36
5.1 信用风险 .....	36
5.1.1 基于 Z-score 模型预警信用风险 .....	36
5.1.2 基于 Credit Metrics 模型量化信用风险 .....	40

5.2 利率风险 .....	43
5.2.1 利率波动情况分析 .....	43
5.2.2 久期及凸性的计算分析 .....	44
5.3 财务风险 .....	47
5.3.1 偿债能力分析 .....	47
5.3.2 盈利能力分析 .....	48
5.3.3 发展能力分析 .....	49
5.3.4 营运能力分析 .....	49
6. 结论与建议 .....	51
6.1 结论 .....	51
6.2 案例启示 .....	51
6.3 建议 .....	52
6.3.1 基于政府角度 .....	52
6.3.2 基于企业角度 .....	53
参考文献 .....	55
致谢 .....	58

# 1. 绪论

## 1.1 研究背景

由国际能源署相关报告可知，2022年世界各国因能源导致的二氧化碳排放量约为368亿吨，较2021年增长了0.9%，创下了历史新高。其中，我国的碳排放规模达到了114.8亿吨，位居全球第一。理论研究以及实践经验均表明，二氧化碳等温室气体的过量排放将造成全球气候变暖，从而引发各种自然灾害，威胁人类的生存。

2015年12月，为应对全球气候变化，全球197个国家共同签署《巴黎协定》，其目的是协调世界各国能源消耗与碳排放，最终实现温室气体减排目标。在2020年的第75届联合国大会上，习近平总书记正式提出了“双碳”战略规划，力争在2030年前和2060年前分别实现“碳达峰”、“碳中和”两项关键性目标。上述目标成为我国践行可持续发展理念的重要标志，这就为绿色金融的发展创造了有利契机，而碳中和债券也因此成为绿色金融创新的重要成果之一。而在2021年的中央经济工作会议中，“双碳”也被确定为今后国家经济工作的核心任务之一，同时将绿色低碳发展确定为“十四五”规划一项重要目标。但是面对经济发展的巨大压力，“双碳”目标的实现也将面对巨大困难。在政府继续加强政策创新为低碳发展提供良好外部环境的同时，市场也需要健全完善支持和引导机制，提高各主体参与碳减排的积极性和能力。

而碳中和债这种绿色金融创新产品就是“双碳”战略的实践成果之一，有力推动了资金向低碳行业的流动。该创新产品所募集的资金重点支持碳减排效益相关绿色项目的创新，为项目发展提供更加积极有效的融资支持。这一产品的出现不仅极大丰富了绿色债券的类型，同时也为绿色项目的融资提供了更多的选择，提高了绿色债券市场的创新发展水平和金融服务能力。在碳排放领域，电力行业属于排放水平最高的一个行业，电力能源的生产往往意味着大量化石能源的消耗和巨大排放量，而碳中和债的发行能够为电力企业的融资特别是绿色项目的融资提供更好的选择，为企业的创新发展提供更加充足的资金，以此提升其经营发展水平，同时也提高其低碳转型的积极性。

我国碳中和债于2021年2月7日正式发行，首批产品的数量为6只，成为我国“双碳”政策的实践成果，是绿色债券市场对绿色低碳创新活动的有力支持，

在极大提升债券市场产品创新积极性的同时也能够充分发挥碳中和债的功能作用，加快碳减排事业的发展速度。三峡集团是我国首批发行碳中和债券的公司之一，在绿色债券的设计和发行领域具备显著的经验优势。因此，本研究以三峡集团为研究基础，具体研究对象为“21 三峡 GN001”、“22 三峡 GN002”两只碳中和债产品，具体以发行规模、特征等为切入点对其市场表现进行量化分析，再介绍了三峡集团两只碳中和债券的基本情况以及发行动因，深入探究其发行可能存在的风险，为我国碳中和债市场的稳健快速发展提供有效保障，有效提升其风险管理水平。

## 1.2 研究目的与意义

### 1.2.1 研究目的

目前，我国在金融支持工具创新领域发展滞后，理论研究相对不足。作为金融产品创新的代表之一，碳中和债的实践经验相对不足，难以为相关研究提供充分支持。本文主要借助三峡集团发行的两只碳中和债券作为案例研究对象，深入分析企业发行碳中和债券存在的信用风险、利率风险以及财务风险。最后得出结论，并提出相应的风险防范建议，旨在提升碳中和债创新能力和管理水平，更好地满足投资者决策信息需求，提高投资决策的科学性与有效性，并且为金融监管工作提供科学依据，为我国碳中和债市场的良性发展提供更好的支持和保障，加快市场创新发展速度。

### 1.2.2 研究意义

#### (1) 理论意义

我国绿色债券的发展历史可以追溯到 2015 年。自此以后，我国绿色债券相关研究进行了快速发展时期，实践经验也随之不断丰富。作为绿色金融的重要组成部分，绿色债券能够为实体经济的绿色转型提供有力支持，为社会经济发展模式的低碳转型做出巨大贡献。碳中和债券具体以“双碳”目标为发展契机，代表了绿色债券产品的创新成果，在推动绿色债券市场发展同时也成为我国“双碳”战略的有效工具之一。该创新产品出现于 2021 年，发展时间还相对较短，因此无论是理论研究还是实践经验均相对不足，现有的研究也大多以绿色债券为出发点，并未针对碳中和债的特殊情况开展专题研究工作。而为数不多的研究成果大

多从宏观层面出发对该创新产品的管理制度、发行策略、发展趋势等问题进行探讨分析，缺乏针对特定企业或者产品的微观分析。针对上述问题，本研究在梳理和总结碳中和债发展现状的基础上，从宏观层面出发对该新型债券的特点进行全面系统的研究分析，结合三峡集团这个案例对象开展微观分析，明确碳中和债的风险表现，在为其风险管理提供有价值参考的同时也进一步丰富研究体系，为后续研究提供有力支持。

## （2）实践意义

在产业转型升级战略的支持和推动下，国内不少企业正积极推进自身转型发展，而绿色转型对应着大量的资金损耗，这就让企业表现出更加迫切的融资需求。碳中和债的出现能够为企业融资提供更加丰富的选择，为其绿色转型发展提供更加积极有效的支持。尽管我国碳中和债的发展时间还比较短，无论是数量还是规模均有所不足，但是其价值已经得到了充分认可，将成为今后我国绿色债券市场的新生力量，成为企业绿色创新的首选融资工具之一。作为我国首批碳中和债发行企业，三峡集团是电力行业的典型代表，也是目前碳中和债发展速度最快的行业之一。本文选取“21 三峡 GN001”以及“22 三峡 GN002”为案例研究对象，深入分析其发行可能存在的风险，并提出相应的防范措施，这有助于为其他想借助碳中和债券进行融资的企业提供经验。

## 1.3 研究方法和内容

### 1.3.1 研究内容

第一章，绪论。具体对课题研究的背景知识进行阐述说明，在整理现有研究成果的基础上明确主流观点，进而提出研究目标，对研究意义、方法以及相关内容进行简单介绍。

第二章，理论概述。具体对绿色债券、碳中和债券的内涵进行解释，明确其创新特征，对其价值和意义进行解读，并对相关理论观点进行梳理总结，为后续研究提供科学依据和有力支持。

第三章，市场现状分析。具体对碳中和债券的具体发展情况进行调研分析，明确相关产品发行现状，主要包括了碳中和债的发行规模、发行特征（债券类型、发行主体和募集资金用途等），同时对其制度背景、信息披露等问题进行说明。

第四章，案例介绍。具体选择三峡集团这个国内电力行业的龙头企业为案例

对象开展研究分析工作，对其发展现状、股权结构、财务状况等问题进行调研分析，然后对其碳中和债券的产品情况进行说明，明确相关债券产品的类型、发行规模、资金用途、风险表现等问题，对该产品的发行动因进行归纳和总结。

第五章，风险研究。具体以相关碳中和债券产品为研究基础，以定量分析方法为工具，从信用、利率、财务等维度出发对相关债券产品的风险情况进行研究分析。具体以 Z-score 模型、Credit Metrics 模型等为工具研究分析信用风险，同时基于久期、凸度明确利率风险，并以相关财务指标为基础对财务风险进行评估。

第六章，总结。对全文研究内容进行总结和说明，概括研究结论和案例启示，并据此对企业碳中和债券的发行管理特别是风险管理策略进行探讨分析，以政府、企业为切入点提出相关的防范建议。

### 1.3.2 技术路线图

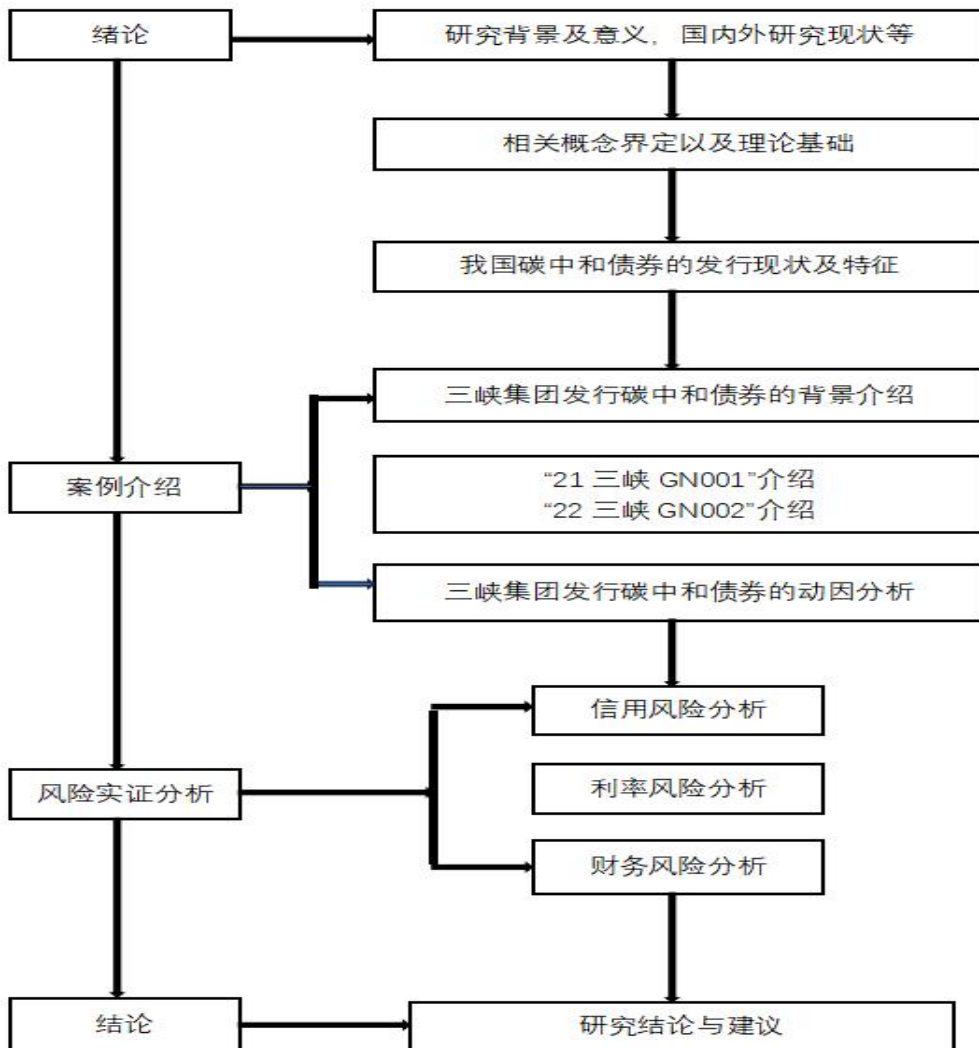


图 1-1 本文研究技术路线图

### 1.3.3 研究方法

本文主要包含以下几种研究方法：

#### (1) 文献研究法

本研究以绿色债券、碳中和债券等为关键词对相关文献资料进行收集、整理和分析，明确其发展历史、动因、风险管理等方面的内容，从而明确研究目标和内容，在确定研究框架和方法的同时对国内外研究结论进行总结和述评。

#### (2) 案例分析法

本文选择三峡集团所发行的两只碳中和债券为样本对象开展案例分析工作。具体了解三峡集团的发展现状、股权结构、产品特征等方面的问题，然后以 Z-score 模型、Credit Metrics 模型为工具对其信用风险进行量化分析，并基于久期、凸度情况评价其利率风险，在研究分析财务数据的基础上明确其财务风险。

#### (3) 对比分析法

本文将三峡集团发行的碳中和债券与同集团已发行的普通债券的发行利率进行对比，以探究本期债券发行的成本优势；通过对本期债券发行前后公司财务指标对比，以探究本期债券发行存在的财务风险。

## 1.4 国内外研究综述

### 1.4.1 国外研究现状

#### (1) 绿色债券概述

绿色债券在国外的出现时间更早，因此在理论研究方面也相对领先。White (1996) 最先对环境金融的概念内涵进行了分析论述，成为绿色债券发展的重要理论基础。该理论观点呼吁金融业提高对环境保护的重视程度和支持力度，以此推动环境保护工作良性发展。自此以后，环境保护与资源节约等问题就得到了金融领域的广泛关注，引发了一股研究热潮，迅速诞生和积累了很多研究成果。绿色债券综合体现了金融创新与绿色环保，实现了传统债券业务的创新发展，充分发挥了债券业务的融资功能，在丰富金融产品的同时也为环保事业提供了有力支持，实现了金融、环保的协调均衡 (Salazar, 1998)。

#### (2) 绿色债券发行动因及效益



在研究分析绿色债券动因、效益问题时，国外学者一般以国家、发行主体、投资主体等为切入点开展研究工作。具体就国家层面，宏观政策、管理制度、经济措施等都会不同程度影响绿色债券的发展（Tolliver et al., 2020），特别是在国际规则日益完善和规范的过程中，绿色债券也面临着日益严格的监管环境，这就极大提升了绿色债券的规范性（Paulraj, 2008）。具体就发行主体而言，塑造良好的社会形象将成为企业提升自身市场价值的重要举措（Jenck et al., 2004），绿色债券不仅能够以更低的融资成本满足公司融资需求，也能够展示其承担社会责任、环保责任的积极性，从而增强其信誉（Agliardi et al., 2019），面对日益严峻的气候危机，绿色债券的出现和发展也与可持续发展战略高度统一（Zerbib, 2018），因此此类债券产品的发行有利于创造良好的社会形象（Bansal et al., 2000）。具体就投资主体而言，目前 OECD 成员国整体表现出经济低迷情形，投资主体在投资决策方面也更加青睐风险小、收益虽少但稳定的创新类产品，这就是绿色债券的优势所在（Georg et al., 2012），而在外汇储备持续减少以及经济政策的限制和制约下，投资主体也存在不同程度的绿色压力，迫使其选择绿色项目进行投资以改善自身形象，从而导致了传统能源领域的资金逐渐流失（Renssen, 2014），而在新政策法规的影响下，传统能源项目也将面临更大的投资风险。受此影响，绿色产品将成为投资主体的首选对象（Clapp, 2014）。效益方面，在绿色债券的功能作用下，社会资金将由传统的环境危害型项目转移至环境友好型项目，加快了经济发展模式的绿色转型速度，为可持续发展目标的实现提供了有力支持（Mathews, 2010）。与传统债券产品相比，绿色债券不仅表现出显著的融资便利性优势，也能够为绿色经济的创新发展提供有效支持和保障（Gianfrate, 2019）。同时，绿色债券也有利于降低融资门槛并丰富融资渠道，极大减轻相关主体资金压力，同时有利于改善企业社会形象（Falsen, 2015），也能够对企业资本结构实现良好的优化效果（Bastenetal, 2018），进而实现更好的资本收益（Allet et al., 2015）。除上述优势之外，绿色债券也能进一步丰富投资选择，开拓新的收益来源（Nanayakkara et al., 2019）。

### （3）绿色债券风险

在绿色债券创新发展过程中，流动性风险属于核心风险要素，而发行方的规模实力则是流动性风险的主要来源（Veys, 2010）。此外，市场信息披露质量、

评级标准也是绿色债券流动性的主要影响因素。只有充分保证了信息披露质量和评价标准的明确与合理，才能充分满足投资者决策的信息需求，才能确保投资决策的科学性，从而有效保证绿色债券的流动性水平（Wood&Grace, 2011）。绿色债券的违约风险和其流动性风险是呈正相关的（Frank, 2016），两者的关联因素为投资者情绪。一般而言，若债券违约风险增大，投资者的投资损失风险也将随之增大，导致投资者的信心不足而交易意愿下降，最终影响债券的良好流动性引发相应的风险（Camara, 2012）。信用评级、企业社会责任和绿色认证对收益率利差有显著影响（LiZhiyong, 2020），信用等级差异决定了绿色债券风险、收益率的显著差别（Changkai et al., 2021）。

## 1.4.2 国内研究现状

### （1）绿色债券概述

在《绿色债券支持项目目录》（2015年版）中，相关主体对绿色债券的概念内涵进行了科学表述，具体指按照相关法律法规、以机构法人为行为主体的有价证券发行活动、并将相关资金用于绿色项目发展并在合同条款中明确利息、期限以及归还本金等内容的债券产品。我国首支绿色金融债券产品出现于2016年，以浦发银行为发行方，标志着我国绿色债券市场正式起步。由此可知，我国绿色债券市场的发展仅有短短不足十年的时间，因此无论是理论研究还是实践经验均有所不足，这也是国外经验的参考和借鉴价值所在（谢岩, 2017；郑颖昊, 2016），这就有利于我国绿色债券市场的创新发展，进一步提高监督管理水平。此外，也有不少学者将绿色债券相关资金的使用问题作为研究内容，肯定了清洁能源、绿色环保项目的重要性（曹明弟, 2015），也能够为我国碳交易市场的创新发展提供有效助力，在丰富产品类型的同时也能够拓展融资渠道（安国俊等, 2022）。碳中和债券作为绿色债券的创新品种，与“欧盟下一代”绿色债券相比较，在规模、品种、发行主体等环节都需要进一步创新发展，同时也需要进一步提升碳中和债券同经济周期、气候变化之间的关联性（张平等, 2022），考虑到目前我国碳中和债券具备在不同市场发行的条件，所以需要一套明确、具体的标准对发行工作进行监督管理，从而提升碳中和债券的质量水平（张亚蕾等, 2021）。可以预见的是，我国碳中和债券市场的发展将呈现出多元化趋势，而有利的政策环境与庞大的市场需求为其发展奠定了良好基础（简尚波, 2021）。

## （2）绿色债券发行动因及效益

绿色债券的发行动因也是目前相关学者的研究重点之一。而相关研究更加关注国家、发行主体等因素。具体就国家层面而言，政府支持将成为绿色债券创新发展的先决条件，因此相关政策的颁布实施会直接影响绿色债券市场的整体发展情况，为其交易流通制定必要的准则和规范（马骏，2015）。具体从发行主体的层面而言，绿色债券的最直接目的是满足其绿色项目创新发展的资金需求，在降低融资成本的同时拓展融资渠道（王倩，2021），在产业绿色转型的过程中，我国环保制度日益成熟和完善，而绿色债券有利于降低企业融资成本，满足其绿色转型发展的资金需求（韩丰霞等，2017）。具体就效益而言，绿色债券相关资金被限定在绿色领域，是我国“双碳”目标的实现工具，也是可持续发展的重要保证（洪艳蓉，2022），这就充分体现了绿色债券在社会效益、经济效益与环保效益方面的优势（秦诗音，2017），为环境污染的治理工作提供了有力支持（李日强和王峰娟，2017）。而绿色债券的发行也能够实现更好的融资效率，在降低融资成本同时提高了企业的融资能力（耿建梅，2014），有利于提升其中长期资金的稳定性，缓解过度依赖银行贷款问题，进而降低贷款错配风险的不利影响（李永坤，2017），并在地区经济发展过程中表现出积极的推动作用（杨建华等，2020）。作为绿色债券的创新成果之一，碳中和债券将成为市场的新宠儿，在进一步丰富融资渠道的同时也能够更好地满足绿色项目的资金需求（曾刚等，2021），还有利于绿色低碳发展战略的顺利实施（张亚蕾等，2021）。

## （3）绿色债券风险

作为企业债券的特殊类型之一，绿色债券不仅表现出债券共有的信用、利率和流动性风险，同时也表现出自身独特的风险特征。若绿色债券的信用级别相对较低，那么相对较高的环境风险就是其信用风险的主要来源和决定性影响因素（金佳宇等，2016）。流动性风险是由信息不对称风险导致的后果之一，而健全完善的信息披露制度和风险评估机制是化解这一风险的主要工具（安国俊等，2018）。面对缺乏流动性的绿色债券市场，应支持大规模发行具有一定信用资质的主权债券，其募集资金投向全国绿色项目领域，能吸引优质投资者并有效提高绿色债券的流动性（陈霞等，2018），流动性水平的提高能有效降低发行人的融资成本（张淑惠等，2021）。此外，第三方独立认证机制的缺失也引发了比较突出

的清偿风险，需要进一步健全完善信用风险评价体系，充分发挥其功能作用才能确保绿色债券市场的稳定发展（高冉等，2020）。尽管我国已经在风险评估机制方面作出了巨大努力也形成了相对成熟完善的评估方法和工具，但仍然缺乏一套完善可靠的风险评级体系，迫切需要加强这一方面的研究工作（陈文虎等，2021）。

### 1.4.3 文献述评

由现有的理论研究成果可知，目前国内外学术界对绿色债券的概念内涵、发行动因等问题形成了相对成熟、完善的理论观点，肯定了绿色债券在经济创新发展过程中的积极作用，肯定了其在提高企业融资能力、保护生态环境、推动经济可持续发展方面的重要意义。但大部分文献侧重于从宏观方面进行研究分析，且大多都针对绿色债券，对于碳中和债这个新兴工具的研究相对缺失。事实上，碳中和债券是“碳达峰、碳中和”的科学实践，实现了专项资金在绿色项目的高效利用，因此能够极大提升碳减排综合效益。在节能减排政策不断严格的过程中，碳中和债券的价值和意义也将得到越来越多企业的认可和重视，这就为碳中和债的发展创造了有利条件，而这也是相关研究的价值和意义所在。基于以上认知，本研究以碳中和债为研究对象，对其发行风险因素和影响作用进行探讨分析，结合案例分析结果提出相应的风险应对策略，为企业风险管理制度的优化改进提供科学参考。

## 1.5 创新点和不足之处

### 1.5.1 创新点

首批碳中和债券于2021年才成功发行，因此有关碳中和债券的研究相对较少，且大部分研究侧重于碳中和债券的制度背景、发行现状等宏观层面上。本文选择以三峡集团发行的碳中和债券“21 三峡 GN001”“22 三峡 GN002”作为案例对象进行研究，从微观层面探究碳中和债券发行的整体过程，深入分析其发行所含有风险，在论文的研究视角上有一定的创新。此外，以三峡集团为研究对象具有十分显著的代表性，其碳中和债券创新成果也将为绿色债券的风险管理提供科学依据，因此论文的研究内容也有一定的创新。

### 1.5.2 不足之处

（1）本研究所选案例对象仅为“21 三峡 GN001”“22 三峡 GN002”，表现

出显著的片面性和局限性问题，因此可能导致研究结论的主观风险。且两只碳中和债券的发行尚未结束，可能还有潜在的风险未暴露。（2）研究工具不够全面，可能影响研究结果的科学水平。

## 2. 相关概念与理论基础

### 2.1 相关概念

#### 2.1.1 绿色债券

2007年，欧洲投行最先提出“绿色债券”理念，具体表现为“气候意识债券”这款针对特定绿色环保项目的特殊债券融资产品，其目的是积极应对气候变化。该债券产品的发行规模为6亿欧元左右，相关资金将被作为气候保护方面的保障。而绿色环保是该债券产品的特殊性体现，因此被世界各国认定为全球首支绿色债券产品。《绿色债券原则》（2014）则具体对绿色债券的认定标准、风险管理、信息披露等制度进行了明确规定，并对绿色债券的概念内涵进行了科学表述，将其定义为针对绿色基础设施建设或项目创新的一种债券产品，该融资工具所获得的资金将作为环保相关绿色项目的专项资金。

而我国对绿色债券概念内涵的理解主要以《绿色债券发行指引》、《绿色债券支持项目目录》等文件为依据。上述文件将绿色债券的概念内涵具体定义为以机构法人为行为主体的有价证券发行活动、并将相关资金用于绿色项目发展并在合同条款中明确利息、期限以及归还本金等内容的债券产品。具体到产品类型方面，绿色债券主要包括绿色金融债券、绿色企业债券、绿色公司债券、绿色债务融资工具等。相较于普通债券产品，绿色债券的特殊之处表现为：所募集资金将作为绿色项目的专项资金，在第三方鼓励机构的评估下以认证报告的形式对其合规性进行认定，并定期开展信息披露工作确保其存续期资金的严格规范使用。

#### 2.1.2 碳中和债券

碳中和债券又叫做碳中和绿色债券，属于绿色债券的创新成果之一，以碳中和目标为出现和发展前提的一类金融创新工具。《关于明确碳中和债相关机制的通知》（2021）中，碳中和债券的概念内涵得到了明确具体的定义，同时也明确了此类债券产品相关资金的限定性用途，并对相关监督管理制度进行了科学表述，这就为我国碳中和债券的发展提供了有力支持和必要依据，进一步提升了该债券产品的发展水平。

与普通的绿色债券相比，碳中和债券这款创新型产品的特殊性具体表现在：一是其资金用途表现出严格的限定性特征，其允许的使用范围除《绿色债券支持

项目目录》明确规定的范围以外，同时应重点支持碳减排领域的绿色创新项目，并且要求项目必须具备一定的碳减排效益；二是便于量化的环境效益。具体就普通绿色债券来说，信息披露的内容仅限于项目类型、财务信息等环节，并且只关注资金用途是否与绿色评估机制相关规定保持一致。而碳中和债券具体对环境效益进行评估分析时将面临更加严格的监督管理环境，不仅需要由第三方独立机构开展评估分析工作，并且需要在评估报告中明确、具体地对其碳减排环境效益进行量化说明，同时要求详细、系统的量化方法并保证结果的准确性与可靠性，甚至对二氧化碳等污染物的具体减排数据也要求准确提供。三是更加严格的信息披露制度。在债券存续期内，相关主体需要严格遵守相关规定，定期开展信息披露工作，并且充分保证信息披露内容的全面性、准确性与可靠性。这也是其他普通绿色债券不要求的。因此其典型区别之一就是信息披露的内容、质量的要求不同。

## 2.2 理论基础

### 2.2.1 可持续发展理论

1992年的联合国环境发展大会上，可持续发展理念得到了世界各国的共同认可，将其理解为满足当代人生存与发展需求的同时不以损害后代人相应能力为代价的发展模式。我国也对可持续发展的内涵进行了深入解读，新增了满足某一地区居民需求同时也不损害其他地区居民满足其需求的能力这项内容。而上述认知上的延伸和完善进一步丰富了可持续发展的内涵，也对不同地区的可持续发展提供了协调依据。面对日益严峻的生态危机，我国反复强调环保工作对社会可持续发展的重要意义，并且制定实施了科学、可行的发展战略，充分保障社会经济、环境保护的协调均衡，实现人类社会与自然环境和谐共处。习近平总书记在十九大会议中对可持续发展问题进行了科学阐述，要求相关主体充分认识到可持续发展的重要性，在维持经济健康、稳健发展的同时也保证环境安全。从企业的角度来看，可持续发展可直观理解为自身利益目标与环境保护责任的协调均衡，在充分保障环境安全的基础上实现持续发展目标。而可持续发展理论也将成为三峡集团碳中和债券发行工作的重要依据和理论指导，明确了其环境效益相关信息的披露义务以及资金的使用目标，在充分保证碳中和债券产品规范运行的同时满足自身可持续发展需求，实现最佳综合效益。

### 2.2.2 有序融资理论

迈尔斯（美国）与迈勒夫（智利）于 1984 年正式对优序融资理论的概念内涵进行了分析论述。该理论的基本内涵为：基于交易成本客观存在以及 MM 理论、信息不对称理论等理论观点，以融资成本为核心要素确定最佳融资方式的策略体系。根据该理论观点相关内容，企业在开展融资活动时将优先考虑外部融资，而相对更低的融资成本是内部融资优势的直观体现。与其他外部融资方式相比，内部融资的交易成本甚至可以忽略不计。也就是说，只有内部融资所得资金仍然无法满足企业需求的情况下才会选择外部融资。在可选的外部融资方式中，债务融资的整体风险相对较低，不仅能够明确融资成本，也能够发挥税盾效应的积极作用，还能避免企业控制权的转移风险。这就使得债务融资的优先性位于股权融资之上。

规模扩张、转型发展等战略决策的制定实施都将消耗大量的资金，这无疑会加大企业的经营压力和风险。通常情况下，企业内部积累的资金规模都不会过大，这就使得外部融资中的债务融资成为企业关注的对象。具体到三峡集团，电力行业的绿色转型需求更多的资金，这也是电力行业高投入、高污染、高能耗的后果。而电力行业也因此成为能源创新的关键环节，其所推进的清洁能源项目更容易得到市场的认可，这就为绿色债券的发行创造了有利条件，能够充分发挥绿色债券的优势作用，在不影响控制权安全性的前提下获得充足的低成本借款资金，而且能够享受到优惠政策，因此成为企业优先考虑的融资工具之一。

### 2.2.3 信息不对称理论

信息不对称的基本内涵是不同主体在参与市场交易活动时客观存在信息获取能力、信息认知情况的个体差异，这就为掌握更多信息的优势方获取超额收益创造了可能，而这种信息优势价值的实现往往又以损害信息劣势方的利益为代价，进而引发了逆向选择、道德风险等后果。对于投资者而言，其制定投资决策时所需要的信息依据主要来自企业，通过对企业经营发展相关数据信息的收集、整理和分析对投资风险、预期收益进行量化对比，在确保收益大于风险的基础上采取投资策略。因此，企业对外披露的信息将成为投资决策的决定性影响因素之一。与普通债券相比，碳中和债券表现出更加复杂的交易主体特征，而政府、企业、金融机构也缺乏充分的信息交互，加之评级机制不够健全完善和评级机构缺乏专



业性,共同导致了严重的信息不对称问题,对碳中和债券的发行造成了不利影响,导致信息劣势方承担着相对更大的市场风险。

因此,三峡集团在发行碳中和债的过程中,如何化解信息不对称的不利因素成为关键所在。为此,三峡集团需要健全完善相关制度,积极有效开展信息披露工作,充分满足相关主体的信息需求,这样才能有效克服信息不对称问题,确保各方决策的科学性与有效性,进而实现良好的交易效果。

## 2.3 实证模型介绍

### 2.3.1 Z-score 模型

Z-score 模型是多变量预警模型的代表之一,最早由美国金融学家 Altman 于 1968 年创立。Altman 所设计的 Z-score 模型现已成为企业财务风险分析的重要工具之一。该模型的设计思路是通过考量企业的财务情况来评估企业财务风险的等级,模型共包括五个变量,涵盖企业核心风险要素的多个方面,每个变量赋予不同的权重系数,五个权重值累加,就可以得到企业的财务风险值,如果没有超过模型设定的临界值,说明企业的财务风险较小,但如果超过模型设定的临界值,则意味着企业的财务风险较大。与传统的单变量预警模型相比,该模型的优势十分显著,能够有效克服传统模型的片面性缺陷,可以从不同角度、维度出发对企业财务状况进行研究分析,以此极大提升了风险结果的科学水平。而且该模型表现出使用便捷、代价小等优点,能够在有效减少管理成本的同时实现良好的风险管理效果。所以自该模型提出以后,受到了理论界和实务界的广泛关注。相关实证研究和实践检验也进一步证明,此模型可以对企业财务风险进行细致的探究和评估。特别是短期财务风险,能够给出极为精准的评估。

该模型的原始 A 模型只能在上市公司中使用,具体公式为:

$$Z = 1.2X_1 + 1.4X_2 + 3.3X_3 + 0.64X_4 + 0.999X_5$$

后来, Altman 在引入非上市公司财务数据的基础上构建起 B 模型,进一步提高了模型的适用性。具体公式为:

$$Z = 0.717X_1 + 0.847X_2 + 3.107X_3 + 0.420X_4 + 0.998X_5$$

2000 年, Altman 又对 B 模型进行了进一步的修改,得到了专门用于跨行公司财务风险的 C 模型,具体公式为:

$$Z = 6.56X_1 + 3.26X_2 + 6.72X_3 + 1.05X_4$$

三个模型涉及的变量含义都相同，只是在不同模型中，变量的权重系数有所不同。其中， $x_1$ 代表营运资本/资产总额（WC/TA），能够对企业流动性、经营规模进行分析描述。而这里的营运成本基本等同于流动资本，后者为企业流动资产、负债之间的差值。流动资本能够对企业短期偿债能力进行准确评价，其取值大小与偿债能力正相关。若出现营运资本持续减少的情形，则可认为企业出现了比较严重的流动性风险或短期偿债风险，这就需要公司及时发现风险事项并采取针对性的措施以避免风险的不利影响。

$x_2$ 代表留存收益/资产总额（RE/TA），是对公司盈利能力的评价指标。留存收益由企业的未分配利润、盈余公积等资源构成，能够对企业累计获利能力进行科学评估，也能够直观体现企业经营年限。一般而言，随着企业经营时间的增加，其市盈率也会同步提升，这与企业早期经营风险高于稳定期的现实相吻合。

$x_3$ 代表息税前利润/资产总额（EBIT/TA），能够对企业获利能力进行量化分析。一般以息税前利润在平均资产总额中所占比重作为息税前利润的计算方法，利润最大化是企业经营的根本目标，也是风险管理的重要指标。该指标的取值大小与企业资产利用率息息相关，一般希望其取值尽可能大。

$x_4$ 代表权益市场价值/负债账面价值总额（MVE/TL），而作为分母的 TL 即负债由流动负债、非流动负债构成。权益市场值对应的是股东权益市场价值。这个指标能够说明企业的财务结构特征，并且可描述股东、债权人在企业资本结构中的比例关系。而该指标还能够提前预警企业破产风险，即资不抵债之前的破产风险。

$x_5$ 的含义是销售收入/资产总额（S/TA），体现了企业总资产周转率情况，能够对企业经营能力进行量化评估。销售收入体现了企业经营能力和收入水平，从而反映出获利能力。

因本研究所选择的债券发行人属于非上市公司，结合信用风险的量化分析需要，最终选择 B 模型作为工具开展信用风险分析预测工作。

### 2.3.2 Credit Metrics 模型

Credit metrics 模型是由 J.P 摩根集团和其他银行共同研究的模型工具，主要针对信用风险开展量化分析工作。该模型将信用风险与企业信用等级进行关联，在综合考虑信用等级各项影响因素变动情况下对其信用等级进行评估，进而

为信用风险的测量提供可靠依据。无论是债券还是贷款，本质都属于信用工具，企业信用等级将作为其市场价值的决定性因素，因此可以通过分析评估企业信用等级具体情况对信用工具的市场价值进行判断。而衡量信用等级的工具即信用等级转移矩阵。在国内外理论研究和实践应用中，最常用的是著名信用评级公司标准普尔所构造的信用等级转移矩阵。该转移矩阵是标准普尔在进行了大量统计分析和调查研究的基础上所开发的，自 1996 年公布以来，相关数值就一直保持不变，可见该等级转移矩阵具有极好的稳定性和权威性，基于此，本研究也采用标准普尔的信用等级转移矩阵来计算三峡集团信用风险。

标准普尔的信用等级转移矩阵

	AAA	AA	A	BBB	BB	B	CCC	违约
AAA	90.81%	8.33%	0.68%	0.06%	0.12%	0	0	0
AA	0.70%	90.65%	7.79%	0.64%	0.06%	0.14%	0.02%	0
A	0.09%	2.27%	91.05%	5.52%	0.74%	0.26%	0.01%	0.06%
BBB	0.02%	0.33%	5.95%	86.93%	5.36%	1.17%	0.12%	0.18%
BB	0.03%	0.14%	0.67%	7.73%	80.53%	8.84%	1.00%	1.06%
B	0	0.11%	0.24%	0.43%	6.48%	83.46%	4.07%	5.20%
CCC	0	0	0.22%	1.30%	2.38%	11.24%	64.86%	18.79%

### 3. 我国碳中和债券的发展概况

#### 3.1 我国碳中和债券的发行现状及特征

##### 3.1.1 规模总体呈下降趋势

2021年2月7日，我国正式将碳中和债券作为绿色债券的创新成果之一，为低碳减排领域提供专项资金，以此推动我国“双碳”目标的实现。次日，全国第一批碳中和债券正式面世，参与方为中国南方电网、三峡集团、华能国际、国家电投、四川机场集团、雅砻江流域公司六家公司，分别发行了2年期及以上的中长期碳中和债券，发行金额共计64亿元，如下表所示。

表 3-1 首批 6 只碳中和债发行情况

债券简称	发行人	债券特征	评估认 证机构	募集资 金用途	行业 分布
21 雅砻江 GN001	雅砻江流 域水电集 团	发行总额为 3 亿，期限为 3 年，票面 利率 3.65%，主体信用评级为 AAA	联合赤 道	清洁能 源项目	电力
21 四川机 场 GN001	四川省机 场集团	发行总额为 5 亿，期限为 3 年，票面 利率 3.60%，主体信用评级为 AAA	联合赤 道	低碳改 造项目	航空
21 中电投 GN001	国家电力 投资集团	发行总额为 6 亿，发行期限为 2 年， 票面利率 3.4%，主体信用评级 AAA	联合赤 道	清洁能 源项目	电力
21 华能 GN001	华能国际 电力	发行总额为 10 亿，发行期限为 3 年， 票面利率 3.45%，主体信用评级 AAA	联合赤 道	清洁能 源项目	电力
21 南电 GN001	南方电网	发行总额为 20 亿，发行期限为 3 年， 票面利率 3.45%，主体信用评级 AAA	绿融投 资	清洁能 源项目	电力
21 三峡 GN001	中国长江 三峡集团	发行总额为 20 亿，发行期限为 3 年， 票面利率 3.45%，主体信用评级 AAA	中诚信 绿金	清洁能 源项目	电力

资料来源：Wind 数据库

截至 2023 年 12 月份，我国共发行碳中和债券 507 只，发行规模约 6308 亿元。其中，2021 年是我国碳中和债券的发展起点，年度碳中和债券的发行数量为 201 支，涉及资金为 2582.99 亿元左右。以上两个年度的碳中和债券发行规模在我国绿色债券总规模中占比分别为 41.36%和 42.46%，有力拉动了我国绿色债

券业的规模化发展。2022年，全国碳中和债券的发行数量为132支，这一数据和2021年相比出现了34.33%的降幅，同时以2122.16亿元的发行规模出现了17.84%的同比降幅。其发行数量、发行规模在全国绿色债券总量中所占比重分别是25.48%和24.30%，而同比降幅分别达到了15.88%和18.16%。债券发行量在2023年达到了174只，发行量虽然有所上升，但发行规模降为1682.73亿元。数量及规模在绿债市场中的占比分别为23.49%、20.37%，较2022年下降1.99和3.03个百分点。具体情况如图3-1所示。：

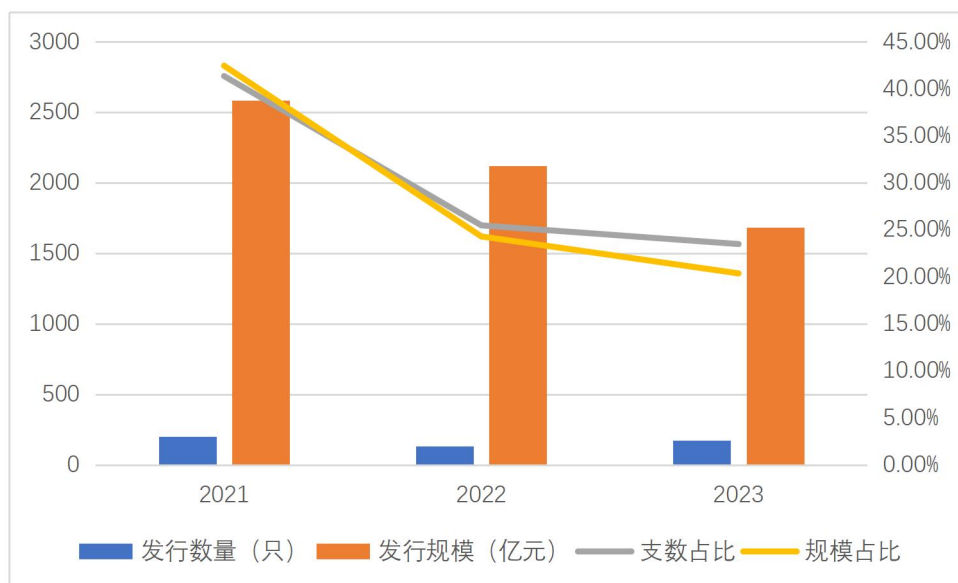


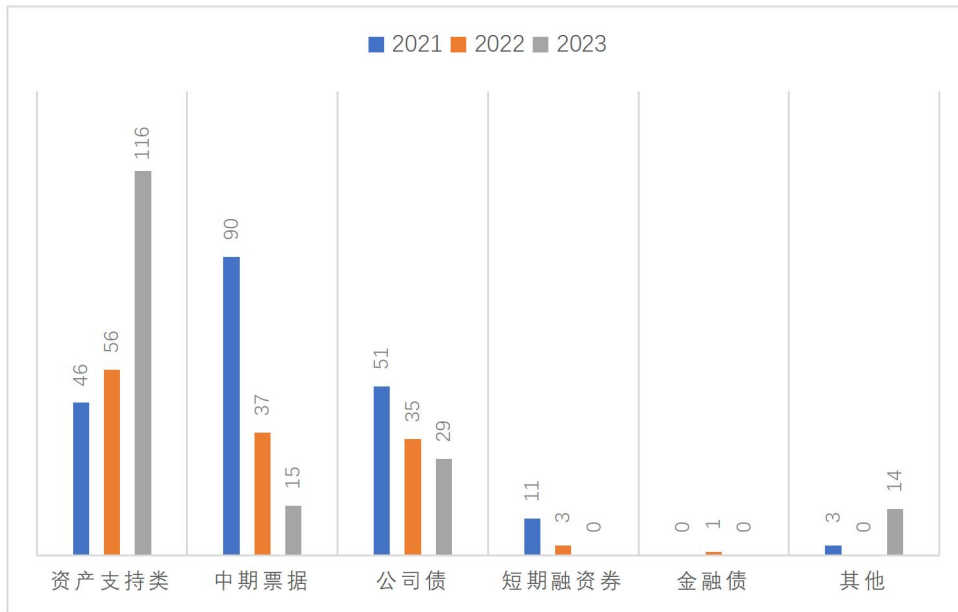
图 3-1 近三年来碳中和债券发行数量与规模

数据来源：Wind 数据库、国泰安数据库

由图可知，近两年来，碳中和债券发行规模呈持续下降态势，反映出市场碳中和贴标的积极性在下降，原因可能是贴标碳中和需要额外的认证成本和更严格的信息披露要求。

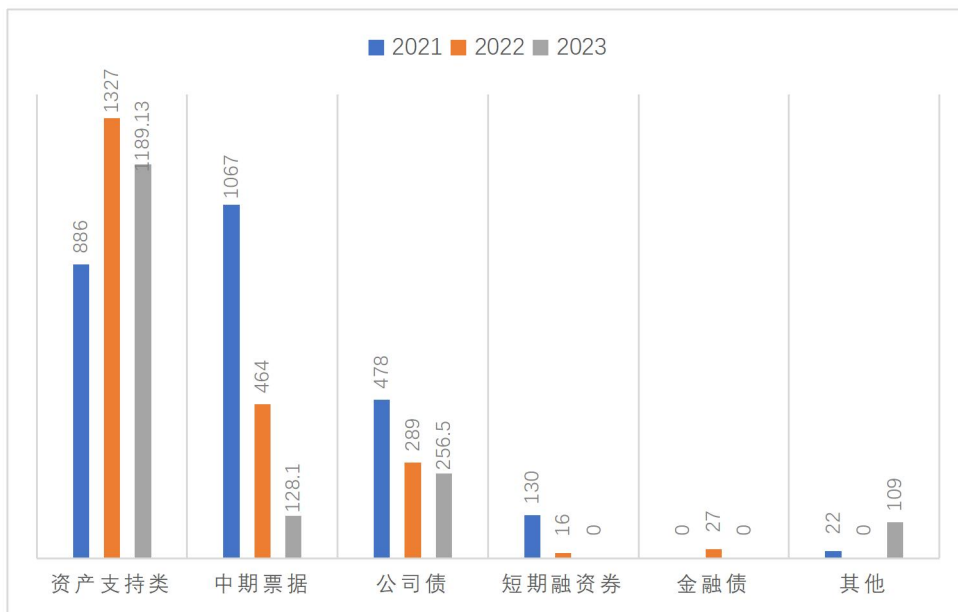
### 3.1.2 债券种类不断丰富

由相关统计数据可知，我国碳中和债券的类型以资产支持证券为主，其所占比重在2022年达到了40%左右，同比增幅约为19.54%；排名第二的是中期票据，所占比重在30%左右，同比降幅约为16.75%；而公司债、短期融资券、金融债等类型产品所占比重相对较低。与此同时，资产支持证券、中期票据的发行规模在总规模中所占比重分别达到了62.52%和21.85%。与2021年相比，2022年出现了金融债这一新产品，进一步丰富了碳中和债券的类型。具体数据如图3-2、3-3所示。



数据来源：Wind 数据库、国泰安数据库

图 3-2 碳中和债券发行类型（按数量）



数据来源：Wind 数据库、国泰安数据库

图 3-3 碳中和债券发行类型（按规模）

### 3.1.3 发行主体以国企为主

基于企业性质、所属行业等指标，碳中和债券发行主体以央企、地方国企为主，所占比重分别为 49.12%和 42.04%，可知民营企业数量很少，所占比重只达到了 5.75%左右。具体到所属行业，工业、金融以及公用事业占据前三名，分别占比 32.29%、30.29%、23.16%。房地产、信息技术等行业总占比不到 15%。总

的来说，在总发行规模中，有 91.16%属于央企与地方国企，这种严重失衡的结构的可能原因是碳中和债券所针对的领域基本是低碳环保项目，此类项目又表现出前期投入大、周期长等特点，会对企业造成巨大的资金压力，这就限制了绝大多数私营企业的参与能力。而中央及地方国企在资金实力方面表现出显著优势，也是国家政策的积极响应者和主要执行者，并且能够在发行碳中和债券时展现良好的企业形象。加之国企的违约风险相对较低，更容易取得投资者的信任，这就有利于降低违约风险补偿准备。以上原因共同导致了国企成为碳中和债券市场的绝对主导力量。

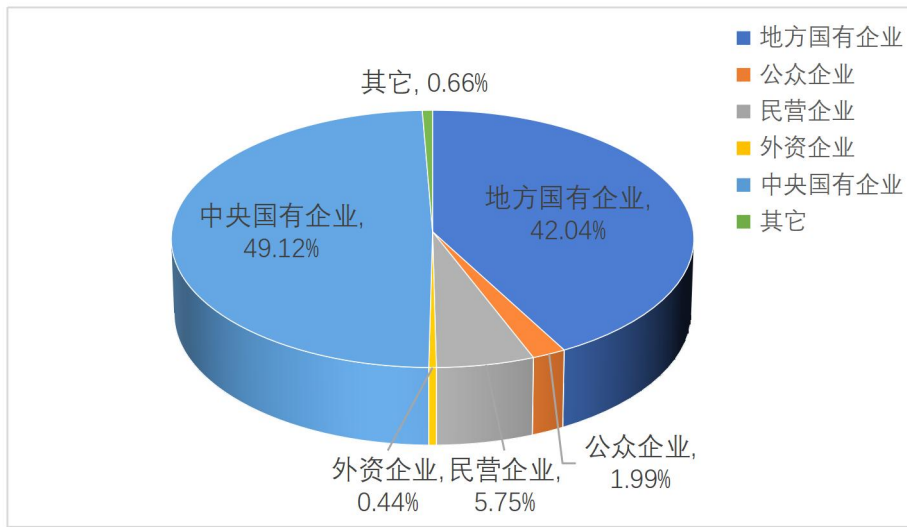


图 3-4 碳中和债券发行主体性质

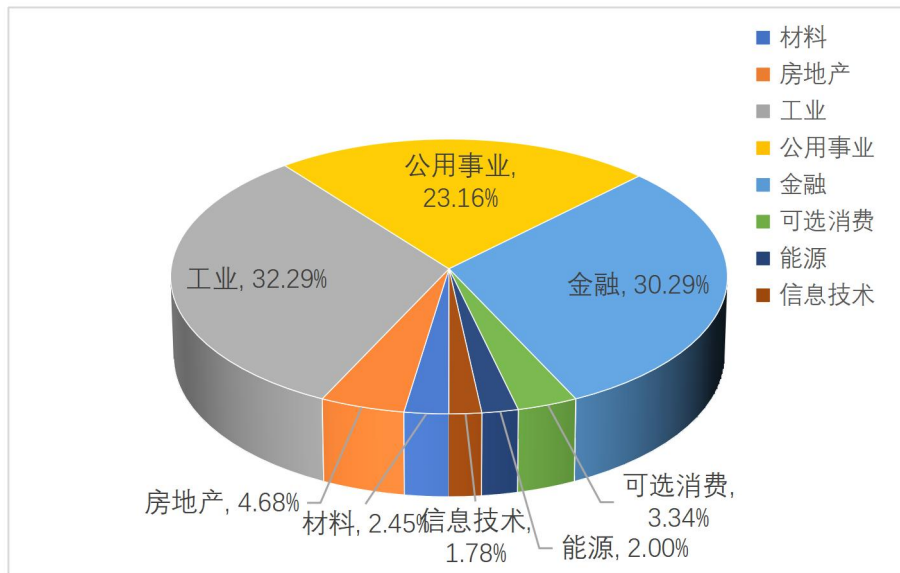


图 3-5 碳中和债券发行主体所属行业

数据来源：Wind 数据库

### 3.1.4 募集资金用途集中

具体到资金用途，碳中和债券相关资金在使用方面往往表现出十分显著的行业特征。而能源、建筑、工业等行业也是目前碳中和债券相对集中的产业，资金用途又以清洁能源、清洁交通、绿色建筑、能效提升等为主。具体来看，资金用途为清洁能源、清洁交通的债券数量分别是 151 支和 60 支，所占比重分别是 54% 和 22%；资金用途为补充现金流的债券数量为 27 支，所占比重为 10%；另有 9%、4%、1%的债券资金用途为绿色建筑、能效提升、污染防治，数量依次为 25 只、12 只、2 只。其余 135 只债券并未对资金用途进行明确说明，在信息披露方面存在一定问题。

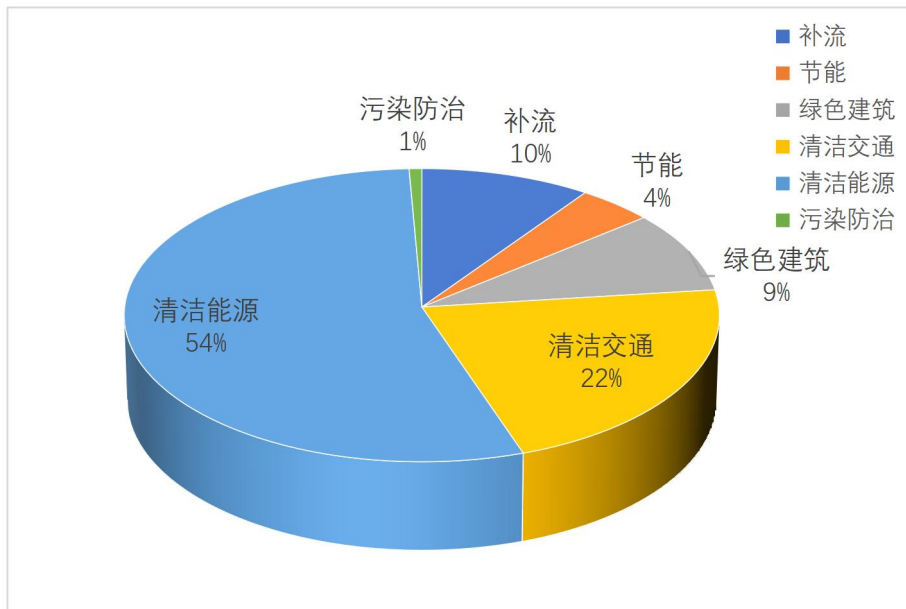


图 3-7 碳中和债券募集资金用途

数据来源：Wind 数据库

## 3.2 碳中和债券的制度背景

### 3.2.1 制度发展进程

国家战略和政策的制定实施为“碳中和”目标的实现提供了有力支持，现已形成了相对科学完善的顶层制度体系。自“双碳”目标提出以来，我国绿色债券市场进入了高速发展时期，出现了以碳中和债券为代表的创新产品。与此同时，相关配套制度与监管机制也不断健全完善。例如，《关于明确碳中和债相关机制的通知》（2021）明确具体地阐述说明了碳中和债的概念内涵、资金用途、信息披露等内容。《上海证券交易所公司债券发行上市审核规则适用指引第 2 号—特



定品种公司债券》、《深圳证券交易所公司债券创新品种业务指引第1号—绿色公司债券》（2021）等文件则对具体的管理办法进行了修订；《上海证券交易所公司债券发行上市审核规则适用指引第2号—特定品种公司债券（2023年修订）》（2023）进一步明确了绿色债券资金的用途，进一步提升了资金使用的规范性，明确要求“用于支持符合条件规定的绿色产业、绿色项目或绿色经济活动”的资金占总募集资金比例从2022年指引要求的70%提升至100%，并完善了“碳中和绿色公司债券”标识使用的项目要求，补充说明了环境权益相关的债券可以使用“碳收益绿色债券”标识等。具体发展历程由表3-2所示。

表3-2 我国碳中和债券制度发展进程

发布	文件名称	发布机构
2021年 3月	《关于明确碳中和债券相关管理机制的通知》	中国银行间交易 协会
2021年 4月	《绿色债券支持项目目录（2021年版）》	中国人民银行、 发展改革委、证 监会
2021年 4月	《中债—绿色债券环境效益信息披露指标体系（征求意见稿）》	中央国债登记结 算有限责任公司
2021年 7月	《上海证券交易所公司债券发行上市审核规则适用指引第2号—特定品种公司债券》、《深圳证券交易所公司债券创新品种业务指引第1号—绿色公司债券》	上海证券交易 所、深圳证券交 易所
2023年 3月	《上海证券交易所公司债券发行上市审核规则适用指引第2号—特定品种公司债券（2023年修订）》	上海证券交易所

资料来源：根据公开资料整理

### 3.2.2 碳中和债券发行条件及存续期管理要求

作为一类特殊的债券工具，碳中和债券在具体发行管理等环节不仅应遵守普通债券相关的管理规定，同时也会遵守相应的特殊监管规定。而同时绿色债券的创新成果之一，碳中和债券自然也应以绿色债券监管规定为运作基础，并且需要严格遵守其特殊的管理规定。目前，公司债、中期票据分别是交易所市场、银行

间交易市场等不同市场的主要产品类型。对比分析结果表明，2023 年之前，交易所协会将碳中和债的资金用途严格限定为碳中和项目，同时交易所表现出相对宽松的条件，只要求 70%，随着 2023 年 3 月《上海证券交易所公司债券发行上市审核规则适用指引第 2 号—特定品种公司债券（2023 年修订）》颁布后，这一比例提升至 100%；其次，信息披露时间规定方面，交易商协会确定为债券发行之前；交易所则并未严格要求，发行之后也可开展信息披露工作；最后是对资金后续使用情况相关信息的披露要求，交易商协会的要求相对严格。

表 3-3 碳中和债券具体的发行条件和存续期管理要求

项目	银行间市场	交易所
资金用途	应全部专项用于清洁能源、清洁能源交通、可持续建筑、工业低碳改造等低碳项目。	（2023 年修订版）发布前：不低于募集资金总额的 70%用于碳中和项目；（2023 年修订版）发布后：募集资金应全部用于碳中和项目。
评估认证	发行前披露独立的第三方评估认证报告，具体披露碳减排环境效益。	不要求发行前必须披露独立的第三方评估认证报告，但在募集资金投入使用后最近一次定期报告披露时，需同步披露第三方出具的碳中和项目评估认证报告
存续期管理要求	定期披露募集资金使用情况、项目进展情况以及募投项目实际或预期碳减排效益等相关内容。	鼓励发行人披露相关报告，并不做强制要求。

资料来源：根据公开资料整理

### 3.3 信息披露

在信息披露动因方面，发行人披露碳中和债券信息主要受到以下因素影响：一是监管制度的强制规定，明确了信息披露的时间、内容等具体要求，这是发行方开展相关业务必须遵守的规则；二是投资者的需要。投资者的投资决策将直接影响碳中和债券的发行质量，这就要求发行方积极有效地满足投资者信息需求，这样才能赢得投资者的认可，才能提高债券产品的流通效果。

具体到信息披露相关规定，首先在披露内容上有着明确的要求。在债券发行环节，发行主体需要提供募集说明书、信用评级报告、独立评估认证报告等文件

资料；在产品存续期，发行方还应根据相关规定定期开展信息披露工作，相关内容包括但不限于资金使用情况、项目发展情况、环境效益等信息。具体到资金用途和使用情况上，发行人应当以《绿色债券支持项目目录》等管理规定为依据，充分保证相关资金的规范使用。

具体到项目发展进度，发行人同样应及时开展信息披露工作，对项目内容、投资规模、资金占比等问题进行说明，并且需要对项目建设发展情况定期进行说明。

具体到环境效益，发行人应当就环境效益量化方法、标准等问题进行说明。而《中债绿色债券环境效益信息披露指标体系（征求意见稿）》（2021）就是相关工作的重要依据。该文件具体明确了不同行业的环境效益量化标准，通过相关指标对绿色项目的环境效益进行全面、系统的量化分析，这就为信息披露工作提供了科学指导。虽然该指标体系正处于不断发展和完善的过程中，但是已经能够为现阶段的信息披露工作提供科学依据，充分保证了当前信息披露工作的质量水平。而且随着文件内容的不断修改和完善，今后的信息披露工作质量也将不断提升。

表 3-4 《绿色债券支持项目目录（2021 年版）》六大产业及领域

产业	领域
节能环保产业	能效提升
	可持续建筑
	污染防治
	水资源节约和非常规水资源利用
	资源综合利用
	绿色交通
清洁生产产业	污染防治
	绿色农业
	资源综合利用
	水资源节约和非常规水资源利用
清洁能源产业	能效提升
	清洁能源

生态环境产业	绿色农业
	生态保护与建设
基础设施绿色升级	能效提升
	可持续建筑
	污染防治
	水资源节约和非常规水资源利用
	绿色交通
	生态保护与建设
绿色服务	咨询服务
	运营管理服务
	项目评估审计核查服务
	监测检测服务
	技术产品认证和推广

资料来源：根据公开资料整理

### 3.4 小结

自 2021 年 2 月 7 日我国首批发行碳中和债券以来，碳中和债券市场快速发展，截止 2023 年 12 月底，我国共发行碳中和债券 507 只，发行规模约 6308 亿元，发行债券种类不断丰富，募集资金投向碳减排领域，碳减排效益显著。但也可以看出，相较于 2021 年，2022 年以及 2023 年碳中和债券的发行规模有所下降，且发行主体以国有企业为主，民营企业发行数量和规模较少，发行主体单一。此外，我国碳中和债券市场在制度与监管上还存在一定的问题。在制度上，银行间和交易所的具体发行规则还存在一定差异，政府的激励政策力度不足导致碳中和债券的发行成本未体现出显著优势。在监管上，披露信息质量会影响投资者对碳中和债券风险要求，需强化第三方认证机构的建设，发挥第三方机构的专业优势确保信息披露等工作的质量水平，进而实现良好的监督效果。

## 4. 三峡集团发行碳中和债券的案例介绍

### 4.1 案例选取原因

本文选取三峡集团 2021 年 2 月 7 日发行的中国长江三峡集团有限公司 2021 年度第一期绿色中期票据(碳中和债)(简称“21 三峡 GN001”)以及 2022 年 2 月 17 日发行的中国长江三峡集团有限公司 2022 年度第二期绿色中期票据(碳中和债)(简称“22 三峡 GN002”)为例来分析碳中和债券的风险,基于以下原因:

第一,案例具有代表性。在我国碳排放各领域中,电力行业碳排放量占比最大,超过了总碳排放量的一半。为了实现碳中和目标,电力行业低碳转型是重中之重,这也决定了电力行业是最大的绿色资金需求者,急需通过低成本融资来补充自己的资金缺口,碳中和债是新型的绿色债务融资工具,可以促进企业自身向低碳转型。而三峡集团是我国电力行业的领军企业之一,在绿色债券创新发展的过程中作出了巨大贡献,也是我国首批发行碳中和债券的企业之一,具有行业代表性。

第二,案例具有首发性。“21 三峡 GN001”是我国首批发行的 6 只碳中和债券之一,标志着我国碳中和事业进入新的发展时期,为减排企业利用碳中和债券进行融资开辟了先例,拓展了融资渠道;“22 三峡 GN002”是三峡集团后续发行的一只碳中和债券,其融资成本显著降低,表明了我国碳中和债券的发行与监管制度日渐完善,为其他想利用碳中和债券进行融资的企业提供了重要的借鉴意义。

### 4.2 案例背景介绍

#### 4.2.1 三峡集团简介

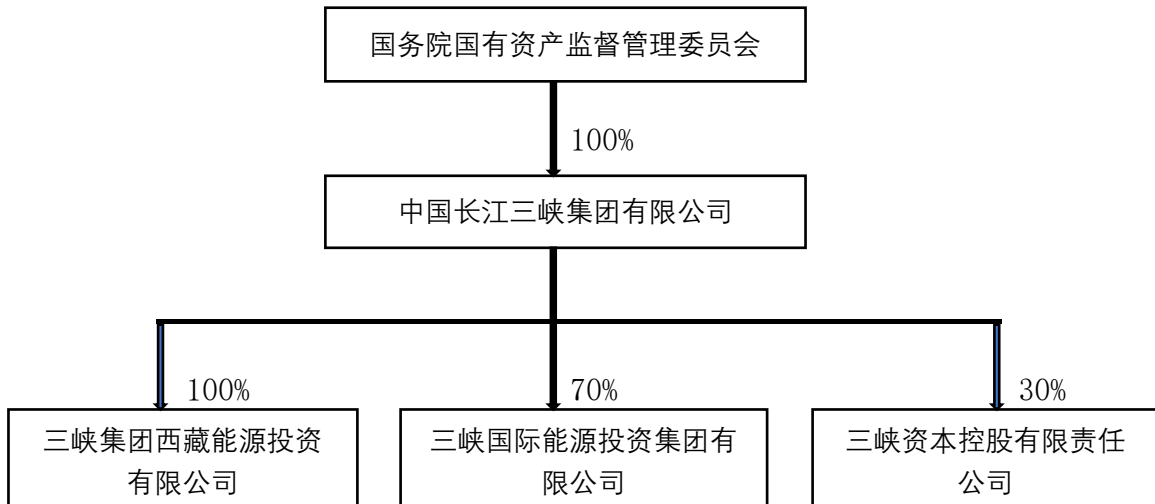
三峡集团的前身为中国长江三峡工程开发总公司,成立于 1993 年 9 月 27 日,承担着我国三峡工程的建设、运营和管理重任。2009 年 9 月 27 日,公司名称正式变更为中国长江三峡集团公司。2017 年 12 月 28 日,经公司制改制,该公司性质从全民所有制转变为国有独资,同时更名为中国长江三峡集团有限公司(即三峡集团),自此,三峡集团完成所有制改革与组织结构调整工作,明确了其任务和目标,重点为长江经济带发展战略、“一带一路”项目等国家级战略提供积极有效的支持和服务,全面提升相关工作开展水平,充分保证相关产业创新发展能力,为我国可持续发展战略目标的实现提供有效保障。此外,三峡集团将

以清洁能源等新能源产业的创新发展提供有力支持,积极参与新能源产业的各项创新活动,为相关项目的建设发展提供资金、技术、管理、服务等不同层面的支持和帮助,全面提升相关项目创新发展水平。发展至今,该集团已经成为我国能源产业最具影响力的大型企业之一,其业务范围也逐渐由国内拓展到了国际市场,一跃成为全球规模最大、业务范围最广的水电开发运营主体。

面对全新的发展环境,三峡集团制定了科学的发展战略,在创新理念的基础上优化调整组织结构与战略布局,明确了以创新为动力、以高质量发展为目标的战略规划,积极贯彻落实我国节能减排政策,全面推进碳达峰、碳中和相关工作,充分发挥自身在能源领域的重要影响,极大提升了行业绿色转型发展速度,取得了巨大发展成就。截至 2022 年底,公司可控装机量达到了 1.25 亿千瓦,资产总额 1.27 万亿元。

#### 4.2.2 三峡集团股权结构

三峡集团的实际控制人兼控股股东均为国务院国有资产监督管理委员会(即国资委),包含众多子公司,尤以中国三峡建工集团有限公司、三峡国际能源投资集团有限公司、三峡资本控股有限责任公司、中国三峡新能源股份有限公司等较为知名。三峡集团股权结构如下:



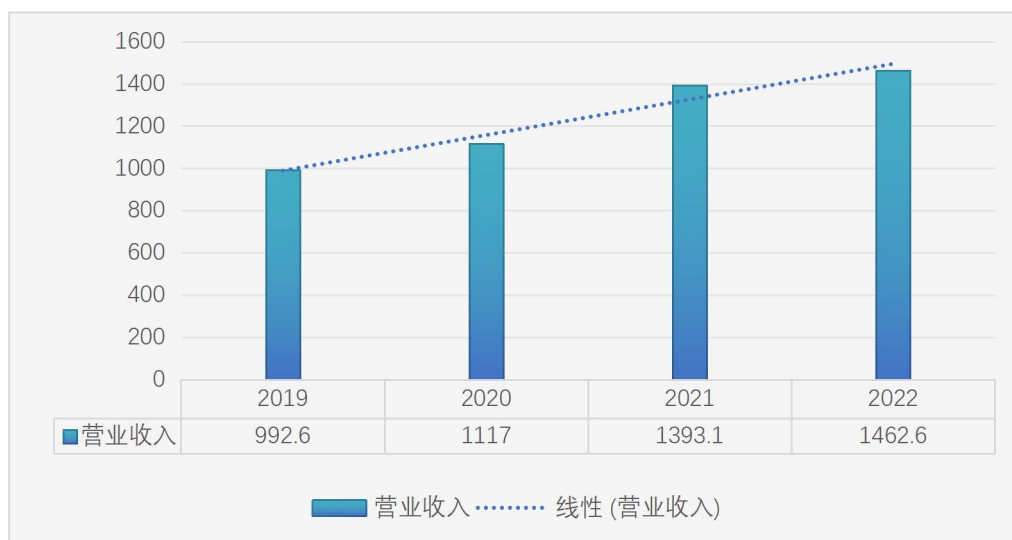
#### 4.2.3 三峡集团经营状况

目前,三峡集团不仅已经是我国水电开发运营企业的领军者,其规模实力甚至已经全球第一,同时也是我国清洁能源产业的佼佼者,更是世界各国独一无二的能够独立承担滚动开发千万千瓦级梯级电站建设任务的综合服务商,高质量建

成了三峡工程等一批关系国家安全和国计民生的巨型水电站，在水电开发领域形成了国际领先的竞争优势，具备了大型水电建设能力、全产业链整合能力和重大技术问题咨询能力，已经成为全球水电发展的引领者。其经营呈现出多元化发展态势，在诸多行业表现出巨大影响力，在持续加强水电业务优势的同时也积极拓展新能源、生态环保、金融等新领域。

由相关财务报表可知，三峡集团始终保持着良好的营业收入水平（如图 4-1 所示），2022 年三峡集团营业收入为 1462.6 亿元人民币，较上年增长 5.7%，2021 年三峡集团营业收入为 1383.1 亿元人民币，较上年增长 23.8%。2020 年三峡集团营业收入为 1117.0 亿元人民币，较上年增长 12.5%。2019 年三峡集团营业收入 992.6 亿元，较上年增长 5.7%。总的来看，2019-2022 年三峡集团的营业收入呈上升趋势。

图 4-1 三峡集团 2019-2022 年营业收入



数据来源：根据三峡集团各年年度报告整理所得

### 4.3 三峡集团发行的碳中和债券介绍

截止 2023 年 12 月底，三峡集团共发行碳中和债券 15 只，总募集资金 450 亿元，票面利率在 2.35%—3.45%之间，债券期限短则 4 个月，长则 5 年，主要以 3 年为主。其中，“21 三峡 GN001”是我国首批发行的 6 只碳中和债券之一，标志着我国碳中和事业进入新的发展时期，具有一定的代表性；经过一年的发展，碳中和债券的发行制度与监管制度日渐完善，其发行成本显著降低，从表 4-1 可以看出后续所发行碳中和债券的票面利率均低于“21 三峡 GN001”。“22 三

峡 GN002”相较于“21 三峡 GN001”票面利率下降 1.10%，降幅最大，债券发行期限不变，因此，挑选其为后续所发行碳中和债券的代表进行研究。基于上述，本文对“21 三峡 GN001”“22 三峡 GN002”开展深入研究。

表 4-1 三峡集团发行的碳中和债券情况

债券简称	票面利率	募集资金	债券期限
21 三峡 GN001	3.45%	20 亿元	3 年
21 三峡 GN002	2.75%	40 亿元	9 个月
21 三峡 GN003	2.35%	30 亿元	4 个月
21 三峡 GN009	2.50%	20 亿元	1 年
21 三峡 GN010	2.85%	10 亿元	3 年
21 三峡 GN012	2.88%	30 亿元	3 年
21 三峡 GN013	2.88%	30 亿元	3 年
21 三峡 GN014	2.88%	40 亿元	3 年
21 三峡 GN015	2.80%	40 亿元	3 年
22 三峡 GN002	2.35%	40 亿元	3 年
22 三峡 GN003	2.35%	40 亿元	3 年
22 三峡 GN008	2.59%	20 亿元	5 年
22 三峡 GN009	2.59%	10 亿元	5 年
22 三峡 GN010	2.58%	40 亿元	3 年
22 三峡 GN011	2.79%	40 亿元	5 年

资料来源：Wind 数据库

#### 4.3.1 “21 三峡 GN001”介绍

三峡集团首支绿色债券“21 三峡 GN001”诞生于 2021 年 2 月 7 日，其性质为中期票据。该产品同时也是我国首批碳中和债券之一。该中期票据以绿色债务融资为目的，票据期限是 3 年，预期发行规模和实际发行量都是 10 亿元人民币，采取年付的形式支付票面利息。具体到信用评级上，该债券的信用等级以及主体信用等级都得到了 AAA 级评级结果，在存续期内始终维持着稳定的信用等级。

关于绿色评估认证问题，该债券以中诚信国际信用评级有限责任公司为第三方评估主体，并在 2021 年 2 月 1 日完成发行前评估工作，以独立评估认证报告



的形式对评估情况进行了说明。这一评估包括充分肯定了该债券产品的合规性，为产品发行奠定了良好基础。

表 4-2 “21 三峡 GN001（碳中和债）”基本情况

债券全称	中国长江三峡集团有限公司 2021 年度第一期绿色中期票据(碳中和债)		
债券简称	21 三峡 GN001	发行人名称	中国长江三峡集团有限公司
债券代码	132100014	债券种类	绿色债务融资工具
债券期限	3 年	票面利率	3.45%
交易场所	银行间债券市场	计息方式	固定利率
发行时间	2021 年 2 月 7 日	起息日	2021 年 2 月 9 日
发行金额	20 亿元	主承销商	中国银行股份有限公司
债券面值	100 元	评级机构	中诚信国际信用评级有限责任公司
募集资金用途	清洁能源	债项/主体评 级	AAA

资料来源：Wind 数据库

在募集资金用途方面，本期募集到的 20 亿资金将用于金沙江白鹤滩水电站项目。白鹤滩水电站是世界第二大水电站，在我国“西电东送”战略项目中占据了重要位置，具有发电、防洪、改善航运、促进地方经济社会发展等综合效益。白鹤滩水电站也是迄今世界综合难度最高的水电工程，其中发电机组单机容量 100 万千瓦、地下洞室群规模、无压泄洪洞群规模、圆筒式尾水调压室规模、世界首次全坝使用低热水泥混凝土、300 米级高拱坝抗震参数等 6 项关键技术指标世界第一。白鹤滩水电站投入使用后，预计年平均供电量 604.83 亿千瓦时，每年可节省标准煤 1847.76 万吨，每年减排二氧化碳 3566.08 万吨，减排二氧化硫 11310.32 吨，减排氮氧化物 11794.19 吨，减排烟尘 2295.35 吨，环境效益明显。

#### 4.3.2 “22 三峡 GN002”介绍

在总结首支绿色债券发行管理经验的基础上，三峡集团于 2022 年 2 月 17 日正式发行“22 三峡 GN002”碳中和债券产品，该产品同样以绿色债务融资为目的，票据期限是 3 年，预期发行规模和实际发行量都是 40 亿元人民币，采取年付的形式支付票面利息。具体到信用评级上，该债券的信用等级以及主体信用等

级都得到了 AAA 级评级结果，在存续期内始终维持着稳定的信用等级。

表 4-3 “22 三峡 GN002（碳中和债）”基本情况

债券全称	中国长江三峡集团有限公司 2022 年度第二期绿色中期票据(碳中和债)		
债券简称	22 三峡 GN002	发行人名称	中国长江三峡集团有限公司
债券代码	132280011	债券种类	绿色债务融资工具
债券期限	3 年	票面利率	2.35%
交易场所	银行间债券市场	计息方式	固定利率
发行时间	2022 年 2 月 17 日	起息日	2022 年 2 月 21 日
发行金额	40 亿元	主承销商	中国工商银行股份有限公司
债券面值	100 元	评级机构	中诚信国际信用评级有限责任 公司
募集资金用途	清洁能源	债项/主体评 级	AAA

资料来源：Wind 数据库

具体就资金用途而言，该债券产品所得资金将全部作为金沙江白鹤滩水电站及乌东德水电站项目建设产生的债务偿还工具，其中 5 亿元用于偿还 2022 年 4 月到期 GC 三峡 S1，15 亿元用于偿还 2022 年 7 月到期 GC 三峡 S2，20 亿元用于偿还 2022 年 11 月到期的 19 三峡 GN003。本次债券募集资金对应的项目完成建设并投入运营后，可替代火电年均发电量 1,013.53 亿千瓦时，供电量 993.83 亿千瓦时，每年减排二氧化碳 5,859.62 万吨，替代化石能源量 3,036.1 万吨标准煤，减排二氧化硫 18,584.62 吨，减排氮氧化物 19,379.69 吨，减排烟尘 3,773.55 吨，减排效益明显。

表 4-4 “22 三峡 GN002（碳中和债）”募集资金用途

债券名称	债务人	起息日	到期日	利率	拟偿 还金 额	债务资金用途
GC 三峡 S1	中国长 江三峡 集团有	2022 年 1 月 21 日	2022 年 4 月 21 日	2.30%	5 亿 元	作为乌东德水电站、白鹤 滩水电站项目银团贷款的 偿还工具。

	限公司					
GC 三峡 S2	中国长江三峡集团有限公司	2022 年 1 月 21 日	2022 年 7 月 21 日	2.35%	15 亿元	作为乌东德水电站、白鹤滩水电站项目银团贷款的偿还工具。
19 三峡 GN003	中国长江三峡集团有限公司	2019 年 11 月 29 日	2022 年 11 月 29 日	3.40%	20 亿元	补充乌东德水电站、白鹤滩水电站建设资金。

数据来源：“22 三峡 GN002”募集说明书

### 4.3.3 后续信息披露

关于碳中和债券信息披露相关规定中的后续信息披露，应当侧重于资金使用情况、绿色项目进展情况和环境效益等方面的内容。三峡集团虽然在前期披露了债券的基本信息，募集资金使用情况以及预计可实现环境效益，但在债券发行后，并未披露绿色项目进展情况以及实际产生的环境效益。将三峡集团与其他发行碳中和债券的企业进行对比，可知并非所有企业都严格遵守相关规定对债券资金使用情况定期进行报告，而国家电网就属于未履行信息披露义务的企业之一。这和三峡集团的情形基本一致。由报告相关内容可知，信息披露主要涉及债券发行、资金使用、项目进度、环境效益等方面的信息，较好地履行了碳中和债券的信息披露义务。但具体的信息披露内容表现出显著的行业差异特征，而项目进展情况、环境效益是区别相对显著的两个环节。例如，具体到项目进展情况，华能国际等仅对总体完工项目、在建项目的数量进行了披露，南方电网对项目进度、预计投运时间进行了详细说明。具体就环境效益，同样也有企业未按照规定披露相关信息。

表 4-5 后续信息披露情况对比

债券名称	发行日期	报告披露时间	披露内容
21 中广核 GN001	2021/5/24	2021/8/27	发行情况、募集资金使用情况、项目进展情况等
21 南电	2021/2/7	2021/4/30;2021/8/27	债券基本信息、募集资金使用情况、绿色

GN001				项目进展情况、预计碳减排效益等
21 国电	2021/3/23	2021/5/13;2021/8/20		债券基本信息、募集资金使用情况、项目进展情况、预计碳减排情况等
GN001				
21 雅砻江	2021/2/7	2021/4/29;2021/8/27		债券基本情况、募集资金使用情况、募投资项目运营情况、预计环境效益情况等
GN001				
21 华能	2021/2/7	2021/4/30;2021/8/31		债券基本情况、募集资金使用情况、募投资项目运营情况、已投产项目实际减排效益
GN001				
21 三峡	2021/2/7		未披露	未披露
GN001				
21 电网	2021/3/22		未披露	未披露
GN001				

资料来源：根据公开信息整理

## 4.4 发行动因

### 4.4.1 响应国家政策

在双碳目标提出以来，相关部门积极行动，制定了以《关于促进应对气候变化投融资的指导意见》为代表的战略规划，在为相关工作提供科学指导同时也明确了我国低碳转型的具体目标和实现方式。其中，气候投融资就是创新之一，其目的是为减缓气候变化、应对气候变化等创新活动提供支持。其中，优化能源结构、加快清洁能源创新发展速度就是减缓气候变化的核心任务。与此同时，政府工作报告也对双碳目标的实施策略进行了分析论述，明确了相关工作的任务和目标。在“双碳”背景下，能源转型、产业结构调整、重点行业绿色低碳转型需要大量资金，绿色金融是实现“双碳”目标的重要抓手，其中，碳中和债券为碳减排项目提供了直接融资渠道，可推动我国绿色金融体系进一步发展。三峡集团的上述行为也充分表明了公司对国家减排政策、清洁能源战略的支持。

表 4-6 碳中和债券相关政策

时间	政策名称	发布机构	主要内容
2020年10月	《关于促进应对气候变化投融资的指导意见》	生态环境部、国家发改委等五部门	以国家政策的形式首次明确气候投融资的概念，将其作为我国低碳发展目标的实施工具之一。

2020年 10月	《关于制定国民经济和社会发展第十四个五年规划和二〇三五年远景目标的建议》	第十九届中央 委员会第五次 全体会议	重点加强低碳产业创新发展，逐步降低碳排放水平，确保碳达峰目标顺利实现。
2021年 2月	《关于加快建立健全绿色低碳循环发展经济体系的指导意见》	国务院	建立健全绿色低碳循环经济发展模式，加快社会绿色转型速度。
2021年 3月	《关于明确碳中和债相关机制的通知》	银行间市场交 易商协会	明确碳中和债券的资金用途和相应监督管理规定。
2021年 10月	《关于印发2030年前碳达峰行动方案的通知》	国务院	加快绿色债券创新发展速度，完善金融服务体系，积极满足低碳项目资金需求。

资料来源：根据公开资料整理

#### 4.4.2 契合企业发展战略

在经营发展过程中，三峡集团始终以清洁能源为核心战略目标，积极推进清洁能源技术创新和产业发展，有效提升我国清洁能源产业整体发展水平。在高质量发展战略的指引下，三峡集团积极贯彻落实可持续发展理念，在加强自身创新的同时积极有效地满足社会各界对绿色、清洁能源的需求，三峡集团也随之进入新的发展阶段。为了更好地服务“双碳”目标，三峡集团积极构建水电为基、风光并举、海陆并进、多能互补的新型能源体系发展格局。聚焦陆上大基地和海上风电集中连片规模开发，积极推动新能源业务差异化高质量发展。截至2022年底，全球最大海上风电走廊初步建成，世界最大清洁能源走廊（乌东德、白鹤滩、溪洛渡、向家坝、三峡、葛洲坝6座水电站，总装机容量达7169.5万千瓦）累计发电量达到了3.3万亿千瓦时以上，实现了约9亿吨标准煤的节能效果，二氧化碳减排规模达到了28亿余吨，实现了非常显著的减碳效果，为社会经济发展、绿色低碳转型作出巨大贡献。此外，三峡集团也积极落实国家碳达峰战略规划，力争提前完成自身双碳目标。这意味着在“十四五”时期，三峡集团在清洁能源业务发展上须开足马力。而碳中和债券产品的发行进一步拓展了融资渠道，为清洁能源项目的建设发展提供了更加充分有效的资金支持，极大提升了相关项目的综合发展水平。

#### 4.4.3 降低融资成本

优序融资理论将内部融资确定为企业首选融资方式。而外部融资仅存在于内部融资不足的情形，且以债务融资的优先级相对更高，即尽可能选择对外借款、债券融资等外部债务融资方式。只有以上融资方式仍无法满足企业资金需求时，增发股票等股权融资方式才有了存在的必要性。对于三峡集团而言，其融资策略也以内部融资为主，能够充分发挥该融资方式的低成本、控制权稳定性等优势。但是由于内部融资的资金规模相对有限，往往无法充分满足企业长期发展需要，因此选择外部融资方式。而与股权融资相比，债务融资的优点表现在相对较低的融资成本，也不会导致企业控制权转移风险，同时固定的本息条款也能够有效避免资本市场波动对债务风险的影响。基于以上考虑，债务融资成为三峡集团最主要的融资工具，具体可选的债务融资方法主要包括银行贷款、抵押借款、委托贷款等。对于上述债务融资方式而言，银行贷款、短期借款等工具存在较大的利率风险，融资成本也会因利率的调整而发生变化，这就导致了不同程度的债务风险。在综合考虑上述因素的基础上，公司最终选择碳中和债券这种工具满足自身融资需求。该工具的优势在于相对较低的票面利率成本和相对灵活的存续期，非常适合水电、风电等新能源项目的发展。而碳中和债券也能够有效满足绿色项目建设发展的资金需求，在满足长期性资金需求的同时也能够有效降低融资成本，表现出良好的综合效益。

表 4-7 三峡集团部分发行债券情况

债券类型	债券简称	期限（年）	发行规模	票面利率
一般公司债	G18 三峡 1	3	25 亿元	4.00%
一般公司债	G18 三峡 3	3	40 亿元	4.08%
一般中期票据	17 三峡 MTN001	3	20 亿元	4.73%
一般中期票据	20 三峡 MTN003	3+N	35 亿元	3.58%
一般中期票据	19 三峡 GN002	3	20 亿元	3.35%
一般中期票据	21 三峡 GN001（碳中和债）	3	20 亿元	3.45%
一般中期票据	22 三峡 GN002（碳中和债）	3	40 亿元	2.35%
一般中期票据	22 三峡 GN010（碳中和债）	3	40 亿元	2.58%

资料来源：Wind 数据库

## 5. 三峡集团发行碳中和债券的风险分析

### 5.1 信用风险

#### 5.1.1 基于 Z-score 模型预警信用风险

目前学术界和实务界有关财务风险预测的模型比较丰富,但比较常用的还是 Altman-Z 值模型。

Z-score 模型是多变量预警模型的代表之一,最早由美国金融学家 Altman 于 1968 年创立。Altman 所设计的 Z-score 模型现已成为企业财务风险分析的重要工具之一。该模型的设计思路是通过考量企业的财务情况来评估企业财务风险的等级,模型共包括五个变量,涵盖企业核心风险要素的多个方面,每个变量赋予不同的权重系数,五个权重值累加,就可以得到企业的财务风险值,如果没有超过模型设定的临界值,说明企业的财务风险较小,但如果超过模型设定的临界值,则意味着企业的财务风险较大。与传统的单变量预警模型相比,该模型的优势十分显著,能够有效克服传统模型的片面性缺陷,可以从不同角度、维度出发对企业财务状况进行研究分析,以此极大提升了风险结果的科学水平。而且该模型表现出使用便捷、代价小等优点,能够在有效减少管理成本的同时实现良好的风险管理效果。所以自该模型提出以后,受到了理论界和实务界的广泛关注。相关实证研究和实践检验也进一步证明,此模型可以对企业财务风险进行细致的探究和评估。特别是短期财务风险,能够给出极为精准的评估。

该模型的原始 A 模型只能在上市公司中使用,具体公式为:

$$Z = 1.2X_1 + 1.4X_2 + 3.3X_3 + 0.64X_4 + 0.999X_5$$

后来, Altman 在引入非上市公司财务数据的基础上构建起 B 模型,进一步提高了模型的适用性。具体公式为:

$$Z = 0.717X_1 + 0.847X_2 + 3.107X_3 + 0.420X_4 + 0.998X_5$$

2000 年, Altman 又对 B 模型进行了进一步的修改,得到了专门用于跨行公司财务风险的 C 模型,具体公式为:

$$Z = 6.56X_1 + 3.26X_2 + 6.72X_3 + 1.05X_4$$

三个模型涉及的变量含义都相同,只是在不同模型中,变量的权重系数有所不同。其中,  $x_1$  代表营运资本/资产总额 (WC/TA), 能够对企业流动性、经营

规模进行分析描述。而这里的营运成本基本等同于流动资本，后者为企业流动资产、负债之间的差值。流动资本能够对企业短期偿债能力进行准确评价，其取值大小与偿债能力正相关。若出现营运资本持续减少的情形，则可认为企业出现了比较严重的流动性风险或短期偿债风险，这就需要公司及时发现风险事项并采取针对性的措施以避免风险的不利影响。

$x_2$ 代表留存收益/资产总额（RE/TA），是对公司盈利能力的评价指标。留存收益由企业的未分配利润、盈余公积等资源构成，能够对企业累计获利能力进行科学评估，也能够直观体现企业经营年限。一般而言，随着企业经营时间的增加，其市盈率也会同步提升，这与企业早期经营风险高于稳定期的现实相吻合。

$x_3$ 代表息税前利润/资产总额（EBIT/TA），能够对企业获利能力进行量化分析。一般以息税前利润在平均资产总额中所占比重作为息税前利润的计算方法，利润最大化是企业经营的根本目标，也是风险管理的重要指标。该指标的取值大小与企业资产利用率息息相关，一般希望其取值尽可能大。

$x_4$ 代表权益市场价值/负债账面价值总额（MVE/TL），而作为分母的 TL 即负债由流动负债、非流动负债构成。权益市场值对应的是股东权益市场价值。这个指标能够说明企业的财务结构特征，并且可描述股东、债权人在企业资本结构中的比例关系。而该指标还能够提前预警企业破产风险，即资不抵债之前的破产风险。

$x_5$ 的含义是销售收入/资产总额（S/TA），体现了企业总资产周转率情况，能够对企业经营能力进行量化评估。销售收入体现了企业经营能力和收入水平，从而反映出获利能力。

各自变量的意义、计算方法详见表 5-1。

表 5-1 Z-score 模型变量含义与计算公式

自变量	含义	计算公式
$X_1$	营运资本/资产总额	(流动资产-流动负债)/资产总额
$X_2$	留存收益/资产总额	(未分配利润+盈余公积)/资产总额
$X_3$	息税前利润/资产总额	(税前利润+利息费用)/资产总额
$X_4$	权益市场值/总负债	股东权益合计/总负债;
$X_5$	销售收入/资产总额	主营业务收入/资产总额



因本研究所选择的债券发行人属于非上市公司，结合信用风险的量化分析需要，最终选择 B 模型作为工具开展信用风险分析预测工作。

三峡集团整体虽然不是上市公司，但作为中央企业，每年都会根据国资委的要求公布财务报告，通过查阅财务报告，得到三峡集团相应财务数据，具体如表 5-2 所示。

表 5-2 三峡集团相应财务数据

项目	2019 年度	2020 年度	2021 年度	2022 年度
总资产（亿元）	8378.28	9699.72	11543.1	12687.8
总负债（亿元）	4153.64	4925.43	5995.75	6782.94
营业收入（亿元）	985.26	1110.87	1354.51	1458.27
流动资产（亿元）	837.73	878.16	1402.70	1469.06
流动负债	1190.2	1577.49	1897.57	1979.65
盈余公积	275.95	288.23	303.95	319.61
利息费用	0.30	0.33	0.56	0.41
未分配利润	419.87	658.22	867.23	965.70
息税前利润	666.1	777.6	864.7	945.9
股东权益	3052.36	3359.05	5582.03	5904.86

本研究得到五个变量连续四年的数据，并以此求出了 Z 值，具体如表 5-3 所示。

表 5-3 2019—2022 年三峡集团 Z-score 模型各变量得分情况

	$X_1$	$X_2$	$X_3$	$X_4$	$X_5$	Z 值
2019	-0.0420	0.3643	0.0908	0.7349	0.1176	0.9865
2020	-0.0721	0.3463	0.0904	0.6820	0.1145	0.9234
2021	-0.0429	0.3156	0.0866	0.6076	0.1173	0.8780
2022	-0.0403	0.3026	0.0881	0.5660	0.1149	0.8537

为了更清楚地看到 Z 值的变化情况，本研究根据求得的 Z 值，制作了折线图，具体如图 5-1 所示。

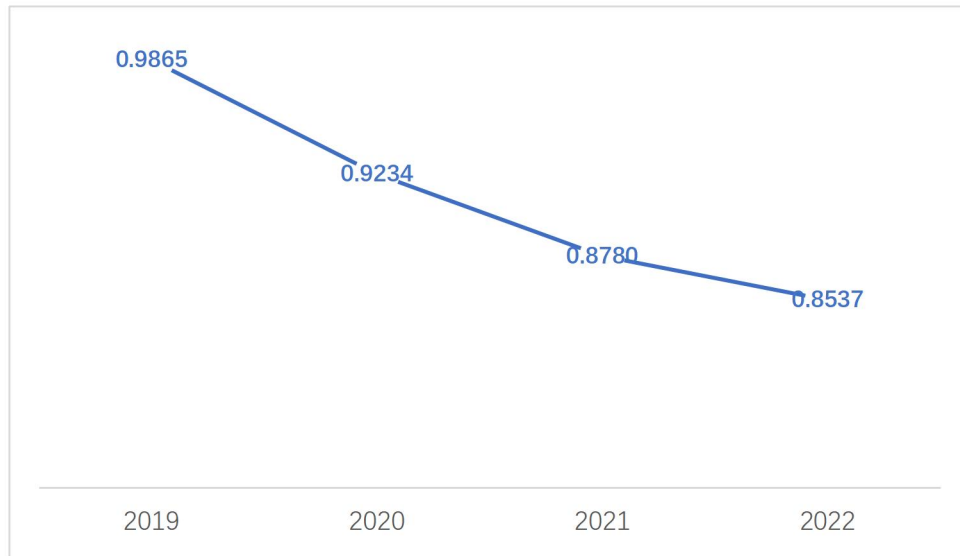


图 5-1 三峡集团 Z 值折线图

求解 Z 值，是为了预判企业的财务风险。一般认为，Z 值超过 2.60 方可认为企业处于良好的财务状况；若 Z 值未达到 1.10，反映出企业存在较大的破产风险；Z 值的取值范围是 1.10-2.60 时，对应着灰色区域，具体情况并不明确，需要开展相应的分析工作。相关标准详见表 5-4。

表 5-4 Z 值分布情况

Z 值范围	$Z \leq 1.10$	$1.10 < Z < 2.60$	$Z \geq 2.60$
判别区间	破产区	灰色区	安全区
风险等级	较大	适中	较小

由折线图可知，三峡集团 2019 年至 2022 年的 Z 值分别为 0.9865、0.9234、0.8780 和 0.8537，不但全部低于 1.1，而且还呈逐年下降态势，单从 Z 值来看，三峡集团可能存在严重财务危机。但进一步深入分析就会发现，三峡集团的 Z 值之所以较低，主要是反映企业流动性的  $X_1$  始终为负数，从而拉低了企业的 Z 值。 $X_1$  为负数，一定程度上意味着企业将难以履行其短期债务偿还义务，但这并不是三峡集团自身的问题，而是由水电行业自身特点所决定的，而且作为中央企业，三峡集团因流动性问题而出现信用风险可能性微乎其微。另一方面，从企业盈利能力的  $X_2$  和  $X_3$  来看，这两项指标的得分并不低，说明三峡集团具有较好的盈利能力，从代表总资产周转率的  $X_5$  来看，总资产周转率也处于合理水平，说明公司的资产利用效率较强，这些指标反映了三峡集团每年能产生足够利润，在持续运营提供资金的同时，也为企业偿债提供了保障。

### 5.1.2 基于 Credit Metrics 模型量化信用风险

针对三峡集团评级过高的可能风险，本节以 Credit metrics 模型为工具对其中的风险表现进行量化分析。Credit metrics 模型是由 J.P 摩根集团和其他银行共同研究的模型工具，主要针对信用风险开展量化分析工作。该模型将信用风险与企业信用等级进行关联，在综合考虑信用等级各项影响因素变动情况下对其信用等级进行评估，进而为信用风险的测量提供可靠依据。无论是债券还是贷款，本质都属于信用工具，企业信用等级将作为其市场价值的决定性因素，因此可以通过分析评估企业信用等级具体情况对信用工具的市场价值进行判断。而衡量信用等级的工具即信用等级转移矩阵。在国内外理论研究和实践应用中，最常用的是著名信用评级公司标准普尔所构造的信用等级转移矩阵。该转移矩阵是标准普尔在进行了大量统计分析和调查研究的基础上所开发的，自 1996 年公布以来，相关数值就一直保持不变，可见该等级转移矩阵具有极好的稳定性和权威性，基于此，本研究也采用标准普尔的信用等级转移矩阵来计算三峡集团信用风险，该矩阵的具体内容如表 5-5 所示。

表 5-5 标准普尔的信用等级转移矩阵

	AAA	AA	A	BBB	BB	B	CCC	违约
AAA	90.81%	8.33%	0.68%	0.06%	0.12%	0	0	0
AA	0.70%	90.65%	7.79%	0.64%	0.06%	0.14%	0.02%	0
A	0.09%	2.27%	91.05%	5.52%	0.74%	0.26%	0.01%	0.06%
BBB	0.02%	0.33%	5.95%	86.93%	5.36%	1.17%	0.12%	0.18%
BB	0.03%	0.14%	0.67%	7.73%	80.53%	8.84%	1.00%	1.06%
B	0	0.11%	0.24%	0.43%	6.48%	83.46%	4.07%	5.20%
CCC	0	0	0.22%	1.30%	2.38%	11.24%	64.86%	18.79%

三峡集团发行的碳中和债券的“21 三峡 GN001”和“22 三峡 GN002”都得到了 AAA 级的信用风险初始评级结果，在一年内也没有发生变化。根据标准普尔信用转移矩阵可知，两只债券由 AAA 级转变成 AA、A、BBB、BB、B、CCC 等不同信用等级的概率依次是 8.33%、0.68%、0.06%、0.12%、0%，0%，然后以现金流现值法为工具，结合中债企业类债券的综合收益率数据计算确定两只债券信用评级发生变化时的债券价值大小。由于两只债券的存续期均为 3 年，故选取近三年内不同信用等级下企业类债券的收益率，具体数据如下表 5-6 所示。

表 5-6 中债企业类债券近三年收益率

	1 年	2 年	3 年
AAA	2.91%	3.21%	3.50%
AA	3.23%	3.57%	3.92%
A	9.64%	9.98%	10.33%
BBB	16.15%	16.49%	22.84%
BB	22.15%	22.49%	22.84%
B	28.15%	28.49%	28.84%
CCC	34.15%	34.49%	34.84%

数据来源：Wind 数据库

“21 三峡 GN001(碳中和债)”发行时的面值为 100 元，票面利率为 3.45%，  
“22 三峡 GN002(碳中和债)”的发行面值、票面利率分别是 100 元和 2.35%，即  
可以此为依据计算确定债券的 Var 在险价值，即信用等级变化同时债券价值的最大  
损失程度。基于“21 三峡 GN001(碳中和债)”的初始信用等级，当其由 AAA  
级变成 AA 级时的价值变化情况进行计算。展示计算过程。

该债券面值为 100 元，票面利率为 3.45%，所以调整为 AA 级后债券市  
值为：

$$P = \frac{3.45}{(1 + 3.23\%)} + \frac{3.45}{(1 + 3.57\%)^2} + \frac{103.45}{(1 + 3.92\%)^3} = 98.76$$

按此方法，算得两只债券不同评级水平下市值及概率统计，具体如表 5-7  
所示。

表 5-7 不同评级水平下市值及概率统计

评级	21 三峡 GN001	22 三峡 GN002	概率
AAA	99.87	96.86	90.81%
AA	98.76	95.69	8.33%
A	83.20	80.46	0.68%
BBB	61.43	59.08	0.06%
BB	60.84	58.81	0.12%
B	-	-	0
CCC	-	-	0

违约

-

-

0

根据信用转移矩阵和对应债券收益率计算得知，将“21 三峡 GN001”信用评级由 AAA 调整为 AA 后，债券市值以 99.14% 的概率不低于 98.76，即由 AAA 降为 AA 后该债券风险价值  $VaR=99.96-98.76=1.11$ ，也就是说，基于 99.14% 的概率水平，该债券在信用风险的影响下，其价值在 1 年后可能发生的损失会控制在 1.11 之内的水平。

同理，将“22 三峡 GN002”的信用评级由 AAA 调整为 AA 后，债券市值以 99.14% 的概率不低于 95.69，即由 AAA 降为 AA 后该债券风险价值  $VaR=96.86-95.69=1.17$ ，也就是说，基于 99.14% 的概率水平，该债券在信用风险的影响下，其价值在 1 年后可能发生的损失会控制在 1.17 之内的水平。以上分析说明“21 三峡 GN001”“22 三峡 GN002”具有一定的信用风险。

为了比较碳中和债券与一般绿色债券的信用风险，本文挑选以下四只三峡集团发行的期限相同的绿色债券进行计算分析。

表 5-8 三峡集团发行的四只一般绿色债券介绍

债券名称	发行期限	票面利率	募集资金
G17 三峡 1	3	4.56%	35 亿元
G17 三峡 3	3	4.68%	20 亿元
G18 三峡 1	3	4.00%	25 亿元
G18 三峡 3	3	4.08%	40 亿元

根据上述方法，计算出不同评级水平下四只一般绿色债券的市值及概率统计如下：

表 5-9 一般绿色债券在不同评级水平下的市值及概率统计

评级	G17 三峡 1	G17 三峡 3	G18 三峡 1	G18 三峡 3	概率
AAA	102.99	103.33	101.43	101.64	90.81%
AA	101.86	102.19	100.29	100.51	8.33%
A	85.96	86.26	84.57	84.76	0.68%
BBB	63.80	64.05	62.20	62.77	0.06%
BB	63.34	63.53	62.16	62.32	0.12%
B	—	—	—	—	0

CCC	—	—	—	—	0
违约	—	—	—	—	0

通过计算发现，将四只一般绿色债券的信用等级由 AAA 调整为 AA 后，债券风险价值在 1.13-1.14 之间，也就是说，基于 99.14% 的概率水平，四只一般绿色债券在信用风险的影响下，其价值在 1 年后可能发生的损失会控制在 1.13-1.14 之间的水平。

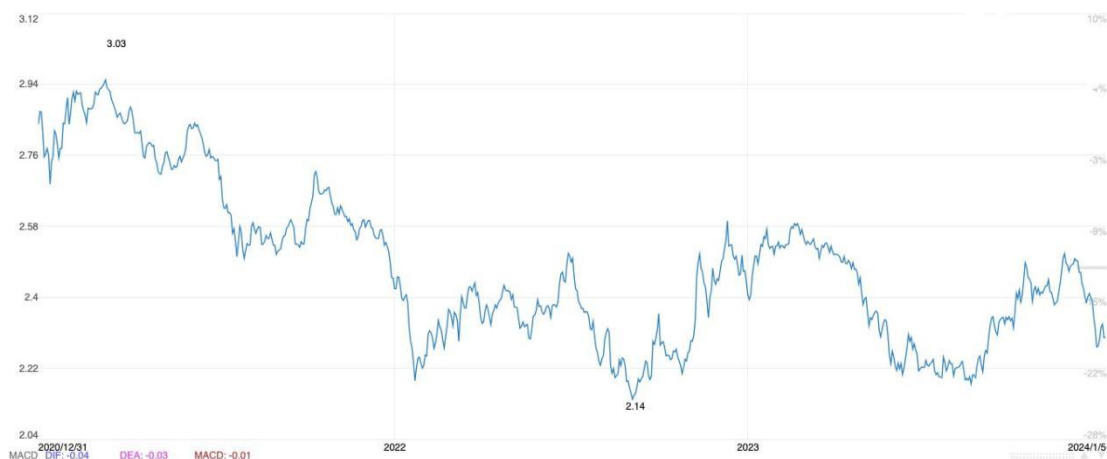
通过对比发现，碳中和债券与一般绿色债券在信用等级调整后，发生的最大在险价值相近，均具有一定的信用风险。在信用风险相近的情况下，碳中和债券具有着优越的成本优势。

## 5.2 利率风险

### 5.2.1 利率波动情况分析

市场利率作为现代金融体系的核心要素之一，其发展变化是多种复杂因素共同影响的结果，常见的影响因素主要包括经济状况、宏观环境、货币政策、国际环境等。若债券的存续期跨越了多个利率波动周期，那么市场利率的变化自然会对债券投资价值产生显著影响，引发相应的债券投资风险。因此，利率风险将成为债券风险分析的重要因素之一。

“21 三峡 GN001”和“22 三峡 GN002”两只债券均以国债利率为依据确定其票面利率。而相对固定的票面利率无法避免市场利率变化对债券实际价值的影响，市场利率与债券实际价值之前呈负相关关系，与投资风险呈正相关关系。由于“21 三峡 GN001”发行于 2021 年 2 月，因此，本研究考察了 2021 年 2 月至 2023 年 12 月我国三年期国债利率水平，具体如图 5-2 所示。



资料来源：新浪财经

图 5-2 三年期国债利率波动情况

上述统计结果表明，2021 年 2 月-2023 年 12 月这个时间段内，我国 3 年期国债利率总体水平约为 2.14%—3.03%，波动幅度相对较大，所以从利率波动带来的利率风险的角度来看，三峡集团这两只债券可能面临一定的利率风险。

## 5.2.2 久期及凸性的计算分析

久期即持续期，这个概念的提出者为 F. R. Macaulay（1938）。该参数的计算过程如下：

基于收益率对未来现金流对应的现值进行计算，所得现值结果与当前与未来现金流时间节点之间的时限相乘并计算确定各项数据的和值，然后计算该和值与债券价格的商，所得结果就是债券的久期。该参数可以反映利率变化时债券价格的变化情况。

凸性反映了债券到期收益率变化时其价格变化的幅度水平。计算公式为久期对利率的导数。两者的关系是，基于收益率的同等增加情况，凸性大小与债券价格的减少幅度负相关。而基于收益率的同等减少情况，债券的凸性大小与其价格上涨幅度正相关。由此可知，基于同等久期条件，债券的价格风险与其凸性大小负相关。

久期的计算公式：
$$D = \frac{1}{P} \sum_{t=1}^N \frac{C_t t}{(1+y)^t}$$

凸性的计算公式：
$$C = \frac{1}{P(1+y)^2} \sum_{t=1}^N \frac{t(1+t)C_t}{(1+y)^t}$$

其中， $C_t$ ：第  $t$  期的现金流； $y$ ：到期收益率； $N$ ：距离到期日的时间； $P$ ：债券的市场价格。

本研究选取的电力行业同时期发行的 21 中广核 GN001、21 南电 GN001、21 国电 GN001、21 雅砻江 GN001、21 华能 GN00 共六只债券作为 21 三峡 GN001、22 三峡 GN002 对照样本，通过计算，得出八只债券的月度久期和凸性数据，具体如下表 5-8、5-9 所示。

表 5-10 八只碳中和债券的月度久期数据

	21 华能	21 雅砻江	21 国网	21 国电	21 中广核	21 三峡	22 三峡
	GN001	GN001	GN001	GN001	GN001	GN001	GN002
	1	1	1	1			

2021.1	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
2021.2	2.854	2.854	2.849	0.000	0.000	0.000	2.854	0.000
2021.3	2.764	2.764	2.759	1.949	2.885	0.000	2.764	0.000
2021.4	2.682	2.682	2.676	1.867	2.802	0.000	2.682	0.000
2021.5	2.597	2.597	2.592	1.782	2.718	1.954	2.597	0.000
2021.6	2.515	2.515	2.509	1.700	2.636	1.872	2.515	0.000
2021.7	2.433	2.433	2.427	1.618	2.554	1.790	2.433	0.000
2021.8	2.346	2.346	2.339	1.530	2.466	1.702	2.345	0.000
2021.9	2.263	2.264	2.258	1.448	2.384	1.620	2.264	0.000
2021.10	2.184	2.184	2.179	1.369	2.304	1.540	2.184	0.000
2021.11	2.096	2.096	2.091	1.281	2.217	1.453	2.096	0.000
2021.12	2.012	2.011	2.006	1.196	2.132	1.368	2.012	0.000
2022.1	1.935	1.935	1.929	1.119	2.056	1.291	1.935	0.000
2022.2	1.915	1.915	1.913	1.035	1.971	1.206	1.915	2.913
2022.3	1.830	1.830	1.828	0.981	1.950	1.121	1.830	2.828
2022.4	1.751	1.751	1.749	0.901	1.871	1.042	1.751	2.748
2022.5	1.663	1.663	1.661	0.814	1.783	0.984	1.663	2.660
2022.6	1.581	1.581	1.579	0.732	1.701	0.901	1.581	2.578
2022.7	1.501	1.501	1.499	0.652	1.622	0.822	1.501	2.499
2022.8	1.411	1.411	1.409	0.562	1.531	0.732	1.411	2.408
2022.9	1.329	1.329	1.327	0.480	1.449	0.649	1.329	2.326
2022.10	1.244	1.244	1.242	0.395	1.364	0.564	1.244	2.241
2022.11	1.161	1.162	1.160	0.312	1.282	0.482	1.162	2.159
2022.12	1.079	1.079	1.078	0.230	1.200	0.400	1.079	2.076
2023.1	0.992	0.992	0.990	0.143	1.112	0.312	0.992	1.989
2023.2	0.948	0.948	0.948	0.066	1.035	0.236	0.948	1.958
2023.3	0.863	0.863	0.863	0.006	0.986	0.151	0.863	1.873
2023.4	0.786	0.786	0.786	0.006	0.910	0.074	0.786	1.796
2023.5	0.696	0.696	0.696	0.006	0.819	0.006	0.696	1.706
2023.6	0.614	0.614	0.614	0.006	0.737	0.006	0.614	1.624
2023.7	0.529	0.529	0.529	0.006	0.652	0.006	0.529	1.539
2023.8	0.444	0.444	0.444	0.006	0.567	0.006	0.444	1.454
2023.9	0.367	0.367	0.367	0.006	0.490	0.006	0.367	1.377
2023.10	0.277	0.277	0.277	0.006	0.400	0.006	0.277	1.287
2023.11	0.195	0.195	0.195	0.006	0.318	0.006	0.195	1.204

表 5-11 八只碳中和债券的月度凸性数据

21 南电 GN001	21 华能 GN001	21 雅砻 江 GN001	21 电网 GN001	21 国电 GN001	21 中 广核 GN00	21 三峡 GN001	22 三峡 GN002
----------------	----------------	---------------------	----------------	----------------	--------------------	----------------	----------------



1								
2021.1	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
2021.2	10.395	10.379	10.360	0.000	0.000	0.000	10.402	0.000
2021.3	9.863	9.846	9.805	5.420	10.616	0.000	9.854	0.000
2021.4	9.382	9.369	9.312	5.054	10.093	0.000	9.401	0.000
2021.5	8.916	8.871	8.816	4.697	9.605	5.462	8.913	0.000
2021.6	8.429	8.422	8.350	4.344	9.122	5.089	8.443	0.000
2021.7	7.971	7.965	7.896	4.040	8.701	4.725	7.985	0.000
2021.8	7.554	7.552	7.425	3.696	8.206	4.380	7.511	0.000
2021.9	7.104	7.116	7.029	3.379	7.733	4.045	7.124	0.000
2021.10	6.694	6.681	6.661	3.093	7.309	3.722	6.718	0.000
2021.11	6.270	6.247	6.229	2.797	6.875	3.392	6.276	0.000
2021.12	5.896	5.840	5.824	2.526	6.467	3.094	5.878	0.000
2022.1	5.552	5.539	5.470	2.290	6.093	2.840	5.529	0.000
2022.2	5.345	5.337	5.332	2.042	5.692	2.551	5.323	10.982
2022.3	4.974	4.941	4.932	1.834	5.469	2.282	4.945	10.436
2022.4	4.645	4.602	4.591	1.559	5.131	2.051	4.603	9.937
2022.5	4.249	4.255	4.228	1.280	4.756	1.851	4.239	9.401
2022.6	3.936	3.914	3.895	1.037	4.409	1.562	3.911	8.912
2022.7	3.620	3.608	3.591	0.828	4.089	1.305	3.606	8.414
2022.8	3.294	3.289	3.259	0.618	3.744	1.039	3.294	7.917
2022.9	2.995	2.999	2.971	0.453	3.431	0.823	2.996	7.480
2022.10	2.708	2.713	2.686	0.308	3.126	0.625	2.710	7.029
2022.11	2.402	2.449	2.424	0.192	2.799	0.457	2.421	6.605
2022.12	2.150	2.160	2.174	0.105	2.519	0.313	2.171	6.122
2023.1	1.903	1.907	1.921	0.040	2.261	0.192	1.906	5.727
2023.2	1.711	1.715	1.731	0.009	2.027	0.110	1.714	5.492
2023.3	1.421	1.429	1.424	0.000	1.832	0.045	1.422	5.101
2023.4	1.187	1.193	1.189	0.000	1.569	0.011	1.187	4.761
2023.5	0.938	0.937	0.937	0.000	1.283	0.000	0.938	4.374
2023.6	0.734	0.732	0.733	0.000	1.045	0.000	0.733	4.081
2023.7	0.547	0.547	0.548	0.000	0.823	0.000	0.546	3.744
2023.8	0.387	0.387	0.388	0.000	0.625	0.000	0.387	3.420
2023.9	0.265	0.266	0.267	0.000	0.467	0.000	0.266	3.140
2023.10	0.151	0.152	0.153	0.000	0.312	0.000	0.152	2.824
2023.11	0.075	0.076	0.075	0.000	0.198	0.000	0.076	2.550

久期、凸性的计算方法较为理想地衡量了利率变动风险。从久期来看，由表 5-8 可知，“21 三峡 GN001”“22 三峡 GN002”的久期分别从 2.6175、2.0761 下降到 0.7205 和 1.1249，意味着利率波动对债券价值的影响逐渐降低，但这不是两只债券独有的问题，其他六只债券同样也存在久期下降的趋势，说明这是共

性问题。从凸性来看，“21 三峡 GN001”的凸性由 9.0157 下降到了 0.9909，“22 三峡 GN002”的凸性由 6.1219 下降至 2.2946，其中 21 三峡 GN001”的凸性初始值及下降幅度与其他六只债券基本保持一致，而 22 三峡 GN002”的凸性初始值要大于其他六只债券的平均值，下降幅度也相对较小，意味着该只债券面临的价格下降风险要小于其他债券，抗跌能力较好。

## 5.3 财务风险

### 5.3.1 偿债能力分析

偿债能力体现了企业现有资产能够满足其债务偿还需求的综合能力。该指标也与企业财务状况、经营能力密切相关，可以作为企业经营风险的可靠量化工具之一。根据研究需要，本文选取流动比率、速动比率、资产负债率作为分析公司偿债能力的指标。具体如表 5-10 所示。

表 5-12 三峡集团偿债能力指标

	2019	2020	2021	2022
流动比率	0.70	0.56	0.74	0.74
速动比率	0.69	0.55	0.73	0.73
资产负债率(%)	49.58	50.78	51.94	53.46

流动比率体现了流动资产与流动负债之间的比值结果，能够反映出企业资产的流动性水平或者说变现能力。通常情况下，流动比率的取值大小与资产流动性水平正相关，与短期偿债能力正相关。一般认为流动比率应在 2 以上，但不同行业也存在较大差异。速动比率是指企业速动资产与流动负债之间的比值结果，仅将现金、银行存款、应收账款等具备良好变现能力的资产作为量化依据，因此能够得到相对准确的分析结果。速动比率同样是越大越好，一般认为，速动比率不应小于 1。资产负债率是指公司年末的总负债与总资产的比值结果，一般作为债权人的资金支持能力的量化工具，也可以对债权人的资金风险进行描述。通常情况下，资产负债率在 40%-60%之间最为合适，当然不同行业也存在很大差异。

由表可知，在 2019 年至 2022 年之间，三峡集团的流动比率和速动比率全部都在 0.8 以下，明显小于行业公认标准。单从这两项指标来看，三峡集团似乎面临着流动性不足的问题，但如前所述，所谓的流动性不足是由水电行业的特性所决定的，况且作为央企的三峡集团因流动性问题而出现财务风险可能性微乎其微。

从资产负债率来看，三峡集团的资产负债率保持在 50%左右，表现极佳。综合来看，三峡集团的偿债能力良好，出现不能偿还债务的概率极低。

### 5.3.2 盈利能力分析

利润最大化是企业的根本目标，而盈利能力将直观体现企业获取收益的能力。是衡量企业经营效益的最重要指标之一。而衡量盈利能力时也有很多指标工具可供选择。根据研究需要，本文选取毛利率、净资产收益率和总资产收益率来衡量盈利能力。具体如表 5-11 所示。

表 5-13 三峡集团盈利能力指标

	2019	2020	2021	2022
毛利率 (%)	50.00	53.96	48.46	46.61
净资产收益率 (%)	7.92	9.68	9.59	6.77
总资产收益率 (%)	4.43	5.02	4.72	3.50

毛利率是毛利与销售收入或营业收入的百分比，是企业经营获利的基础。通常来说，毛利率越高，企业的盈利能力就越强，财务风险就越低。不同规模不同行业的企业之间毛利率存在较大的差别，但三峡集团 50%左右的毛利率，放在任何行业都是一个较高的水平，说明三峡集团盈利能力较强。

净资产收益率表现为税后利润与净资产之间的比值结果，以百分比的形式进行描述。该指标能够对企业自有资本的综合利用水平进行评价，同时也可作为股东资本投资利用水平的量化评估工具。通常情况下，该指标的取值在 10%至 40%之间都是合理的。三峡集团的净资产收益率相对较低，这主要与国家对中央企业的定位有关，特别对于三峡集团这样的企业，承担了太多的企业责任，所以首要目标应是国有资产的保值，从这一意义上说，三峡集团的净资产收益率已经不低。

总资产收益率是企业净利润和总资产之间的比值。其取值大小与企业竞争力、发展能力密切相关，可作为企业融资策略的决策依据。通常情况下，该指标的取值一般应该大于 5% 或大于一年期银行贷款利率。因为，该指标取值超过债务利息率时，表明债务融资将实现正收益，即负债经营有利于提升企业所有水平。具体到我国，目前几乎所有的上市公司该指标取值都不足 6%，从这一角度来看，三峡集团的总资产收益率一直能达到 3.5%以上，且跑赢贷款利率，有的年份甚

至超过 5%，已经是相当优秀。综上所述，三峡集团的盈利能力较强，从而保证了可以用经营获得资金来偿还债务，财务风险较小。

### 5.3.3 发展能力分析

公司的成长性衡量一个公司发展潜力的重要指标。常用衡量指标有主营业务收入增长率、营业利润增长率、净利润增长率等。根据研究需要，本文选取营业收入增长率与净利润增长率作为分析公司成长能力的指标。具体如表 5-12 所示。

表 5-14 三峡集团发展能力指标

	2020	2021	2022
营业收入增长率	12.75	21.93	7.66
净利润增长率	28.93	10.66%	-15.36%

营业收入增长率反映了营业收入当期增长额同上期总额之间的比值结果，能够对企业的成长能力进行评估，其取值大小与企业经营水平正相关。其价值越大，企业的成长性越好。一般而言，公司处于成长期时，营业收入增长率超过 10%。公司处于稳定期时，营业收入增长率在 5%~10%之间。由表可知，三峡集团在 2020 年和 2021 年两年的营业收入增长率分别达到 10%和 20%以上，虽然受市场因素的影响，公司 2022 年的营收增长率虽然有所下降，但成长性依然较好。

净利润增长率反映了企业期末、期初净利润差值与期初净利润之间的比值结果。其取值大小与企业获利能力正相关，当然也与其成长性正相关。通常情况下，该指标取值若不低于 8%，就是非常优质的企业。由表可知，三峡集团在 2020 年和 2021 年两年的净利润增长率分别达到 20%和 10%以上，虽然在各种因素的影响下，2022 年的利润增长率出现了负增长，但总体来看，三峡集团利润上涨空间还很大。

综上所述，三峡集团具有较好的成长性，这就意味着企业可以在不断发展过程中，稀释原有债务，财务风险因而较低。

### 5.3.4 营运能力分析

营运能力体现了企业对相关资产的综合利用水平，不仅能够体现其财务风险，同时也能够说明是否存在资产闲置浪费的情形。根据研究需要，本研究以存货周转率、应收账款周转率、总资产周转率为评价工具，对企业运营能力进行分析评估。具体如表 5-13 所示。

表 5-15 三峡集团营运能力指标

	2019	2020	2021	2022
存货周转率（次）	82.45	79.86	68.34	67.95
应收账款周转率（次）	4.49	4.49	3.34	2.48
总资产周转率（次）	0.12	0.13	0.13	0.12

存货周转率反映了特定期间，企业营业成本和平均存货余额之间的比值结果，通常以销售成本代替营业成本进行简化分析。这个指标的取值能够直观描述企业存货的平均周转效率，从而确定存货流动性水平，因此判断是否存在资源闲置浪费情形，能够比较直观、准确地反映企业对生产运营过程的管控水平。一般而言，库存周转率不应低于 3，但三峡集团的存货周转率高达 60 次以上，2019 年甚至高达 82 次，这与三峡集团所售电力本身的特性有关，当然离不开三峡集团自身较强的财务管理能力。

应收账款周转率反映了特定经营期间企业业务收入和平均应收账款余额之间的比值结果，体现了企业债务权利向现金收入的转化能力，是对转化变现效率的一种直观描述。对于企业经营而言，应收账款不仅是流动资产的重要构成之一，同时也会直接影响企业的经营风险和资金利用率。一般认为，该指标不应低于 3。由表可知，除 2022 年之外，三峡集团的应收账款周转率都在 3 以上，符合最低标准。虽然与其他行业企业相比，相对较低，但在行业内部，三峡集团的应收账款周转率连续多年都是行业前五。

总资产周转率反映了特定经营期间企业营收和平均总资产之间的比值结果，是企业营运能力的客观表述，其取值大小与营运能力正相关。一般认为，0.8 到 1 之间比较合适。由表可知，三峡集团的总资产周转率在 0.12 左右，相对较低，但这是由行业特性所决定的，纵向来看，三峡集团的资产周转率也是连续多年行业前五。

综上所述，三峡集团具有较强的运营能力，可以通过运营，有效降低企业财务风险。

## 6. 结论与建议

### 6.1 结论

在本研究中，具体以三峡集团所发行的“21 三峡 GN001”、“22 三峡 GN002”两支碳中和债券为对象开展案例研究工作，从信用风险、利率风险以及财务风险等维度出发，对债券价格风险进行研究分析，所得研究结果如下：

第一，作为我国清洁能源产业的领军者，三峡集团表现出规模实力强大、信用等级高、盈利能力突出等优势。然后 Z 值模型分析结果表明，该公司表现出相对较大的财务风险，信用评级结果可能不够准确，但进一步分析发现，Z 值之所以较低，主要是反映公司流动性的  $X_1$  始终为负数，从而拉低了公司的 Z 值。 $X_1$  为负数，一定程度上意味着公司将难以履行其短期财务义务，但这并不是三峡集团自身的问题，而是由水电行业自身特点所决定的。而且作为中央企业，三峡集团因流动性问题而出现财务风险可能性微乎其微；而 Credit metric 模型分析结果表明，上述两只债券的信用风险客观存在。

第二，碳中和债券“21 三峡 GN001”“22 三峡 GN002”分别自 2021 年 2 月 7 日以及 2022 年 2 月 17 日正式上市流通，票面利率以国债为基准，从发行之日到 2023 年 12 月期间，我国 3 年期国债利率水平基本维在 2.14%—3% 之间，波动幅度相对较大，所以从利率波动带来的利率风险的角度来看，三峡集团这两只债券可能面临一定的利率风险。从久期和凸性的角度分析，自两只碳中和债券发行到目前为止，两只碳中和债券的久期、凸性呈下降趋势，意味着两只债券可能面临着较大的价格下降风险，但另一方面也意味着利率波动对价值的影响逐渐降低。

第三，通过对三峡集团偿债能力、盈利能力、发展能力、营运能力四个财务指标的分析来判断三峡集团的财务风险。分析发现，三峡集团具有较强的偿债能力和盈利能力，具有较好的成长性和较强的营运能力，说明三峡集团的财务风险较小。

### 6.2 案例启示

通过案例研究，可以得到以下启示。

第一，对企业而言，发行碳中和债券不但具有极大的经济效益，同时也具有

良好的社会价值。碳中和债券是我国政府在“双碳”目标背景下，为了推动企业节能减排、能源转型和产业结构调整而创设的新型融资工具，该类债券的票面利率成本相对较低、存续期灵活、市场认可度较高，因而可以有效减少企业的筹资成本。另一方面，发行碳中和券的主要目的是为企业的绿色低碳项目筹集资金。在低碳发展已经成为社会共识的情况下，企业通过发行碳中和债券，能够向社会传递企业积极践行环境责任的信号，有利于企业树立良好的社会形象，从而进一步赢得社会公众的支持和信赖。

第二，在碳中和债券的发行和使用过程中，企业要做好信息披露工作。信息披露是法律法规对企业的法定要求，是企业必须承担的责任和义务。同时，从社会效益角度看，良好的信息披露，能够增加透明度，缓解信息不对称，从而增强社会公众对企业的信赖度，从而更加积极地购买企业债券，帮助企业拓宽融资渠道，缓解融资约束。因而，企业信息披露内容应当是越详细越好，不仅要前期披露债券的基本信息，募集资金的用途规划以及预计可实现环境效益，在募资之后，也应严格遵守相关规定，定期开展信息披露工作，对相关资金的实际用途、项目进度、环境效益等相关信息进行说明。案例中，三峡集团虽然在前期披露了债券的基本信息，募集资金使用情况以及预计可实现环境效益，但在债券发行后，并未披露绿色项目进展情况以及实际产生的环境效益，从而在一定程度上影响了公众对企业的信赖度，其他拟发行碳中和债券的企业要以此为戒，做好信息披露。

第三，对碳中和债券风险的评估，要结合企业所在行业的特点和企业自身的实际情况进行综合评估，不能生搬硬套，陷入教条主义。在本案例中，如果单从Z值预警模型的评估结果来看，三峡集团的财务风险可以说是极高，随时都有破产的风险。但如果结合水电行业投资规模、建设时间长、回报周期久的行业特点来看，就会发现Z值预警模型的评估结果其实是存在失真。此外在评估时，企业性质也是重要考量因素，比如流动性问题，对于一般企业而言，可能是一个重大问题，但对于三峡这样关乎国计民生的中央企业而言，可能就是一个次要问题。因此，在评估其他企业的财务风险时，也要重视指标而不拘泥于指标。

## 6.3 建议

### 6.3.1 基于政府角度

一是建立健全管理制度，为碳中和债券的发行制定统一的标准，充分保证相关业务的规范性，以此降低操作风险。目前，我国尚未针对碳中和债券制定统一的管理制度，导致不同市场执行了不同的管理制度，引发了比较突出的行业混乱问题和监管混乱问题，而且不同职能部门制定的管理制度在内容、要求等方面也存在不一致的情形，这就可能导致产品发行和管理的矛盾冲突，在导致企业管理成本上升同时也会引发不同程度的市场风险。因此，迫切需要政府加强制度设计工作，尽快制定统一、标准的市场规则与管理制度，这样才能保证碳中和债券的良性发展，维护资本市场的稳定性与安全性。

二是降低参与门槛，扩大市场主体规模。目前，碳中和债券的价值和意义已经得到了社会各界的广泛认可。但是在具体发展中，发行主体中国企业占比非常大的问题比较突出，几乎所有的发行主体都是中央或者地方国有企业，这就导致市场主体的类型比较单一、市场门槛也相对较高。虽然导致上述问题的主要原因在于私营企业自身实力不足，难以得到市场投资者的认可，限制了其发行碳中和债券的能力，但是政府也需要提供必要的支持和保证，为私营企业创造相对更好的参与环境，在降低其参与门槛的同时发挥监督管理职能作用，在有效满足私营企业碳中和债券融资需求的同时也实现良好的风险监督和管理效果，从而确保碳中和债券市场的良性发展，为私营企业的绿色转型提供更加积极有效的支持。

三是健全完善第三方监督机制，发挥第三方机构的专业优势确保信息披露等工作的质量水平，进而实现良好的监督效果。在我国碳中和债券市场创新发展过程中，第三方专业评估机构在风险评估、监督管理等方面表现出巨大优势作用，能够充分保证相关业务的规范开展，有效保证了市场的稳健发展。因此，需要充分保障第三方机构的参与能力并加强监管，规范第三方评估机构的工作准则，提高其碳中和项目评估的专业能力。同时，强化制度建设，全面提升信息披露工作质量，为我国碳中和债券市场的创新发展提供更加积极有效的保障，尽可能降低发展风险。此外，长效监督机制也是市场发展必不可少的监督工具，只有充分保证信息披露等制度的实施效果，才能有效控制市场风险，确保市场稳健发展。

### 6.3.2 基于企业角度

首先，企业应建立风险防范机制。目前，虽然我国碳中和债券发行主体的信用评级较高，并具有较大的规模与较强的实力，其发行的碳中和债券信用评级也



较高，但碳中和债券的本质仍是债券，发行债券就会存在风险，投资者投资债券也会存在一定的风险。因此，企业在发行碳中和债券前需要对其发行风险进行专业的核算和审核，并采取合适的指标具体量化其风险，这样可以使企业、市场投资者、监管部门等清晰地了解所发行碳中和债券的风险，有利于提高企业风险管理能力，让投资者也可根据自身风险偏好进行投资，缓解发行企业与投资者信息不对称问题，降低信用风险。债券发行后，密切关注企业内部现金流及债务规模，持续关注绿色债券相关资金实际使用情况。而企业则要加强制度建设与监督检查工作，及时发现相关风险，充分保证资金安全和规范使用，确保资金使用符合碳减排规定。

其次，企业需充分认识到信息披露的重要性和必要性，加强管理制度建设工作，充分保证信息披露工作质量。在债券产品发行之前，需要由专业的评估机构对债券产品的风险状况进行全面、系统的评估分析，并在保证评估质量的基础上以评估报告的形式对相关信息进行说明，为投资者的投资决策提供充分可靠的依据，以此保证投资决策的科学水平。在债券存续期内也应有所发行碳中和债券的追踪评级、履约情况和定期付息等报告，让投资者可以放心投资。同时，也应按照规定定期披露所得资金的实际用途和使用情况，也对相关项目的建设发展情况、环境效益等信息进行客观说明，发挥大数据等技术的优势作用进一步提升信息分析能力，实现信息披露的标准化、公开化与数字化，降低信息不对称，增强投资者信心，为企业树立更好的市场形象。

最后，基于自身实际经营情况和融资需求制定科学合理的债券融资方案，确保发债规模的合理性，在有效满足自身资金需求的同时也尽量避免债券发行规模过大导致的利息成本过高问题，而且需要制定科学的长期债务规划，为今后的债务融资需求预留相应的空间，同时对不同类型债券产品的结构进行合理配置，充分保证融资结构的合理性以实现最佳效益。随着我国“双碳”战略的不断推进，绿色产业必然成为国家重点扶持的对象，节能减排也因此成为所有产业转型发展的必然趋势。这就为碳中和债券等新型债务融资业务的发展创造了有利环境，从而成为企业融资活动的最佳选择之一。所以企业应当充分认识到碳中和债券的积极意义，积极参与市场活动，为自身发展提供更加充足的资金保障。

## 参考文献

- [1] 简尚波. 中国碳中和债市场运行初探[J]. 债券, 2021, (05): 21-25.
- [2] 张亚蕾, 李红霞. 碳中和债券市场的实践与建议[J]. 金融纵横, 2021(07): 46-51.
- [3] 曾刚, 吴语香. 碳中和债: 绿色债券市场的新风口[J]. 当代金融家, 2021(08): 73-75.
- [4] 洪艳蓉. 论碳达峰、碳中和背景下的绿色债券发展模式[J]. 法律科学(西北政法  
大学学报), 2022(02): 1-15.
- [5] 陈文虎, 杨杰峰. 对我国绿色债券信用评级模型的思考[J]. 中国外汇, 2021(1  
4): 51-53.
- [6] 高冉, 田翠香. 我国绿色债券信用风险评价体系的构建研究[J]. 绿色科技, 20  
20, (22): 258-260+263.
- [7] 张晨, 刘聃, 陈小雪. 披露绿色信息能降低绿色公司债的融资成本吗——考虑  
产权性质的调节效应[J]. 财会月刊, 2020(12): 93-99.
- [8] 姚欣. Z 模型在我国上市公司财务风险预警中的适用性研究[J]. 会计师, 2019  
(07): 22-23.
- [9] 陈志峰. 我国绿色债券环境信息披露的完善路径分析[J]. 环境保护 2019, 47  
(01): 50-53.
- [10] 张强, 隋学深. 债券市场违约风险分析及应对策略[J]. 西南金融, 2019(11):  
42-50.
- [11] 郑秀君. 碳达峰、碳中和目标下绿色债券环境效益测算研究——以资源循环  
用项目环境效益为例[J]. 价格理论与实践, 2020, (10): 109-113.
- [12] 安国俊, 陈泽南, 梅德文. “双碳”目标下气候投融资最优路径探讨[J]. 南方  
金融, 2022(02): 3-17.
- [13] 祁怀锦, 刘斯琴. 中国债券市场存在绿色溢价吗[J]. 会计研究, 2021(11): 131  
-148.
- [14] 张平, 郭青华, 许玥玥. 我国碳中和债券的实践、挑战与发展路径——基于  
“下一代欧盟”绿色债券框架的比较研究[J]. 经济纵横, 2022(02): 104-110.

- [15] 韩丰霞, 肖汉杰, 彭定洪, 霍姝宇. 经济新常态下绿色金融发展动力问题探究——基于政府、银行和企业三方博弈关系[J]. 经济与管理评论, 2017, 33(05): 88-94.
- [16] 王倩, 李昕达. 绿色债券对公司价值的影响研究[J]. 经济纵横, 2021(09): 100-108.
- [17] 吴晓迪. 我国绿色债券发展概况及问题研究[J]. 时代金融, 2018(23)
- [18] 马骏. 论构建中国绿色金融体系[J]. 金融论坛, 2015, (5): 18-27.
- [19] 高晓燕, 纪文鹏. 绿色债券的发行人特性与发行信用利差[J]. 财经学, 2018(11): 26-36.
- [20] 巴曙松, 丛钰佳, 朱伟豪. 绿色债券理论与中国市场发展分析[J]. 杭州师范大学学报(社会科学版), 2019, 41(01).
- [21] 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): 36-44.
- [22] 杨希雅. 绿色债券发行定价的影响因素[J]. 金融论坛, 2020(1): 72-80.
- [23] 秦诗音. 企业绿色债券发行范例——中广核电碳债券分析[J]. 财务与会计, 2017(9): 28-29.
- [24] 张淑惠, 刘莹, 李若飞. 流动性风险对绿色债券收益率利差的影响研究[J]. 浙江金融, 2021, (07): 43-50+22.
- [25] 陈霞, 许松涛. 国外主权绿色债券特征及启示研究[J]. 金融发展研究, 2018, (01): 42-47.
- [26] 蒋非凡, 范龙振. 绿色溢价还是绿色折价?——基于中国绿色债券信用利差的研究[J]. 管理现代化, 2020, 40(04): 11-15.
- [27] Tolliver C, Keeley A R, Managi S. Drivers of green bond market growth: The importance of Nationally Determined Contributions to the Paris Agreement and implications for sustainability[J]. Journal of Cleaner Production, 2020, 244:118643
- [28] Zerbib OD. The effect of pro-environmental preferences on bond prices: Evidence from green bonds[J]. Journal of Banking and Finance, 2018, 98:39-60.
- [29] Agliardi E, Agliardi R. Financing environmentally-sustainable projects with green bonds[J]. Environment and Development Economics, 2019, 24(6): 1-16.

- [30] Wulandari F, Schfer D, Stephan A, et al. The impact of liquidity risk on the yield spread of green bonds[J]. *Finance Research Letters*, 2018, 27: 53-59.
- [31] Allet M, Hudon M. Green Microfinance: Characteristics of Microfinance Institutions Involved in Environmental Management[J]. *Journal of Business Ethics*, 2015, 126(3): 395-414.
- [32] Basten M, Sánchez Serrano, Antonio. European banks after the global financial crisis: a new landscape[J]. *Journal of Banking Regulation*, 2018, 20(1): 51-73.
- [33] Nanayakkara M, Colombage S. Do investors in Green Bond market pay a premium? Global evidence[J]. *Applied Economics*, 2019, 51(40): 4425-4437.
- [34] Georg Inderst, Christopher Kaminker, Fiona Stewart. Defining and Measuring Green Investments: Implications for Institutional Investors' Asset Allocations [J]. *oecd working papers on finance insurance & private pensions*, 2012, 60(1): 70-105.
- [35] Chang Kai, Feng Yan Ling, Liu Wang, Lu Ning, Li Sheng Ze. The Impacts of Liquidity Measures and Credit Rating on Corporate Bond Yield Spreads: Evidence from China's Green Bond Market [J]. *Applied Economics Letters*, 2021, 28(17): 1446-1457.
- [36] Veys. A. The Sterling Bond Markets and Low Carbon or Green Bonds[R]. *E3G Report*, 2010.
- [37] Wood D, Grace K. A brief note on the global green bond market. *IRI Working Paper*. 2011(01): 25.
- [38] Torsten Frank. Green Bonds-Certification. Shades of Green and Environmental Risks[R]. *Bank for International Settlements*, 2016.(07): 47.
- [39] Huang Y, Xue L, Khan Z. What abates carbon emissions in China: Examining the impact of renewable energy and green investment[J]. *Sustainable Development*, 2021, 29(5): 823-834.
- [40] Tang D Y, Zhang Y. Do shareholders benefit from green bonds?[J]. *Journal of Corporate Finance*, 2020, 61: 101427-101427.

## 致谢

路漫漫其修远兮，吾将上下而求索。行文至此，也意味着我研究生生涯即将结束。三年时光，如白驹过隙。当我回首过往种种，虽有万般不舍仍心存感激。站在人生转折的岔路口上，我对未来充满期待，又不得不接受我们只是芸芸众生中最普通的一个人。感恩生命中的每一次遇见，感谢所有的温暖与真诚，让我成为更好的人。

饮水思其源，学成念吾师。首先，我要由衷的感谢我的导师马老师给予我的指导和帮助。从论文最初的选稿到最终完成，老师的悉心指导让我获益匪浅。得遇良师，何其有幸。您身上出现的师德风范，对学术的严谨态度，不断的激励着我，让我明白学习的真谛与意义。希望今后走上工作岗位的自己，也能秉承着这份精神，兢兢业业。

春晖寸草心，山高如海深。其次，我要感谢我的家人，他们总是无条件的尊重并支持我的决定，是我人生道路上最坚实的后盾。在我最迷茫的时刻，是我的家人支持我考研，鼓励我追求更好的人生。养育之恩，无以为报，唯有追求上进，继续努力，不负期望。祝愿我的家人身体健康，和睦美满。

花有重开日，人无再少年，但我们年少时的友谊却是最真诚与长久的。因为有我的朋友们，我的青春才熠熠生辉。在无数清晨的奔跑里，和日落的拼搏中。他们与我并肩，和我一起用青涩倔强的双眼与这个世界负隅顽抗。告诉我青春就是如此热烈而美好。愿我们前程似锦，奔赴更美好的明天。

落幕的是我的学生生涯，而不是我拥有千万种可能的人生。感恩相遇，万事顺遂。