

分类号 \_\_\_\_\_  
U D C \_\_\_\_\_

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 基于绿色供应链的环境成本管理研究——以通威股份为例

研究生姓名: 汤玲婕

指导教师姓名、职称: 刘薇 副教授 张雪琴 正高级会计师

学科、专业名称: 会计硕士

研究方向: 成本与管理会计

提交日期: 2023年6月19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：汤玲婕 签字日期：2023.5.19

导师签名：刘薇 签字日期：2023.5.22

导师(校外)签名：张华 签字日期：2023.5.25

## 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：汤玲婕 签字日期：2023.5.19

学位论文作者签名：刘薇 签字日期：2023.5.22

导师(校外)签名：张华 签字日期：2023.5.25

**Research on environmental cost  
management based on green supply chain—  
—Taking Tongwei Stock as an example**

**Candidate : Tang Lingjie**

**Supervisor: Liu Wei Wang Xueqin**

## 摘 要

随着市场经济的快速发展，国内企业在发展中面临着资源限制、环境污染等诸多现实问题。国内相关环保法律的逐步完善，传统的环境成本管理方法已经不能满足当今企业对环境保护的日益增长的需求。值得注意的是，如果企业一直采用忽视环境成本的传统管理方法，就会导致企业环境成本失控，不利于企业的绿色可持续发展。近年来，绿色供应链以一种全新的环境成本管理方式，为企业的可持续发展提供了一种新的思路。传统供应链与绿色供应链最大的区别在于，绿色供应链不仅能够看到供应链中的每一环节，还将经济活动对环境的负面影响作为一个重要问题来考察。本文旨在从绿色供应链的角度出发，探索有效的企业环境成本管理方法，以期为环境成本管理理论和实践提供有益的参考。此外，本文还将深入探讨绿色供应链与企业供应链的各个环节如供应、生产物流、营销等，以构建一个完整的环境成本管理体系。

本文采用案例研究法和文献研究法，首先对国内外关于绿色供应链和环境成本管理的相关文献进行梳理，建立相关理论基础。其次，本文从绿色供应链的角度出发，对通威公司的设计、采购、制造、物流、回收等环节进行分析，发现通威股份在各个环节都实施了设计环节、采购环节、生产环节、营销环节、回收再利用环节等方法，有效降低了企业的环境成本，主要表现在减少污染物排放、技术创新等方面。最后，对通威股份基于绿色供应链的环境成本管理实践经验进行分析。因此，本研究对于同行业的绿色、可持续发展具有重要现实指导意义。

**关键词：**绿色供应链 环境成本管理 通威股份

## Abstract

With the rapid development of market economy, domestic enterprises are facing many practical problems in their development, such as resource limitation and environmental pollution. With the gradual improvement of relevant environmental protection laws in China, the traditional environmental cost management method has been unable to meet the growing demand of today's enterprises for environmental protection. It is worth noting that if enterprises always adopt traditional management methods that ignore environmental costs, it will lead to runaway environmental costs of enterprises, which is not conducive to the green and sustainable development of enterprises. In recent years, green supply chain provides a new way of thinking for the sustainable development of enterprises with a brand new environmental cost management mode. The biggest difference between the traditional supply chain and the green supply chain is that the green supply chain can not only see every link in the supply chain, but also examine the negative impact of economic activities on the environment as an important issue. The purpose of this paper is to explore effective corporate environmental cost management methods from the perspective of green supply chain, in order to provide a beneficial reference for the theory and practice of environmental cost management. In addition, this paper will also deeply discuss the green supply chain and the various links of the enterprise supply chain such as supply, production logistics, marketing, etc., in order to build a complete environmental cost management system. In this paper, the case study method and literature research method are adopted to first sort out the relevant literature on green supply chain and

environmental cost management at home and abroad, and establish the relevant theoretical foundation. Secondly, from the perspective of green supply chain, this paper analyzes the design, procurement, manufacturing, logistics, recycling and other links of Tongwei Company, and finds that Tongwei company has implemented design, procurement, production, marketing, recycling and other methods in each link, which effectively reduces the environmental cost of the enterprise. It is mainly reflected in the reduction of pollutant emissions and technological innovation. Finally, the practical experience of environmental cost management based on green supply chain of Tongwei Stock is analyzed. Therefore, this study has important practical guiding significance for the green and sustainable development of the industry.

**Keywords:** Green supply chain; Environmental cost management; Tongwei Shares

# 目 录

<b>1 引 言</b> .....	1
1.1 研究背景及研究意义.....	1
1.1.1 研究背景.....	1
1.1.2 研究意义.....	2
1.2 研究内容与方法.....	3
1.2.1 研究内容.....	3
1.2.2 研究方法.....	3
<b>2 文献综述与理论基础</b> .....	4
2.1 文献综述.....	4
2.1.1 关于绿色供应链的研究.....	4
2.1.2 关于环境成本管理的研究.....	5
2.1.3 关于绿色供应链的环境成本管理研究.....	6
2.1.4 文献评述.....	6
2.2 理论基础.....	7
2.2.1 绿色供应链理论.....	7
2.2.2 环境成本管理理论.....	10
2.3 绿色供应链与环境成本管理的契合点.....	11
2.3.1 目标一致.....	11
2.3.2 周期一致.....	12
2.3.3 特点相融.....	12
<b>3 通威股份绿色供应链下环境成本管理实施情况</b> .....	13
3.1 通威股份简介.....	13

3.1.1 公司主营业务 .....	13
3.1.2 公司所处行业发展情况 .....	14
3.1.3 公司行业概况 .....	15
3.2 通威股份环境成本管理现状 .....	15
3.3.1 通威股份环境成本构成 .....	15
3.2.2 通威股份环境成本管理实施情况 .....	17
3.3 通威股份绿色供应链动因分析 .....	20
3.3.1 国家对于产业的扶持 .....	20
3.3.2 公司“双绿色”战略 .....	20
3.3.3 可持续发展的驱动 .....	21
<b>4 通威股份绿色供应链下环境成本管理分析 .....</b>	<b>22</b>
4.1 环境成本管理在设计环节的应用 .....	22
4.2 环境成本管理在采购环节的应用 .....	22
4.2.1 采购原料绿色化 .....	23
4.2.2 采购流程数字化 .....	23
4.2.3 建立绿色供应商链 .....	23
4.3 环境成本管理在物流环节的应用 .....	26
4.4 环境成本管理在生产环节的应用 .....	27
4.4.1 首创“渔光一体”光伏发电模式 .....	27
4.4.2 打造高纯晶硅循环经济产业链 .....	28
4.5 环境成本管理在物料回收环节的应用 .....	29
4.6 环境成本管理在营销环节的应用 .....	29
4.7 环境成本管理在人事优化的应用 .....	30
<b>5 通威股份基于绿色供应链的环境成本管理成效及启示 .....</b>	<b>31</b>

5.1 通威股份基于绿色供应链的环境成本管理成效 .....	31
5.1.1 降低污染物排放量 .....	31
5.1.2 持续推进能源结构绿色转型 .....	31
5.1.3 创新绿色发展模式 .....	32
5.1.4 荣获多项奖项 .....	32
5.2 通威股份绿色供应链实施启示 .....	33
5.2.1 实现了供应链全过程环境成本管理 .....	33
5.2.2 强化上下游产业链、供应链的协作 .....	33
5.2.3 从源头到终端的环境成本管理模式 .....	34
<b>6 总结与展望 .....</b>	<b>35</b>
6.1 总结 .....	35
6.2 展望 .....	36
<b>参考文献 .....</b>	<b>37</b>
<b>后 记 .....</b>	<b>40</b>

# 1 引言

## 1.1 研究背景及研究意义

### 1.1.1 研究背景

2022年4月，政府间气候变化专门委员会（IPCC）发布第三组工作报告指出，2010-2019年，全球温室气体排放量处于持续上升阶段，但是增速开始放缓。IPCC表示，如果要达到2015年碳排放低于1.5℃的既定目标，最迟至2025年，全球碳排放量必须达到峰值才能实现既定目标。报告强调，为了实现减排的目标，全球各国应当共同努力，大大削减不可再生资源的使用量，并强化可循环资源的使用，以实现可持续性。

中国在环境保护方面做出了相应的努力。2022年4月，全中国地表水水质总体趋势呈现良好的态势，在全国范围内监测的地表水国考断面（点位）中，一类水质断面占了10%左右，二类占了47.5%，三类占了27.3%，四类占了10.9%，五类占了2.4%，劣五类占1.2%。与上一年同期相比，一类水质断面上升了0.1%，二类上升6.2个百分点，三类至劣五类呈现下降趋势。2022年6月，全国300多个地级及以上城市中，空气质量优良天数的平均比例在80%以上，轻度污染天数占14%，中度污染天数占3.3%，重度及以上污染占0.4%。与上一年度同期相比，PM<sub>2.5</sub>平均浓度下降了10.5%，PM<sub>10</sub>平均浓度下降了7.7%，此外还有SO<sub>2</sub>、NO<sub>2</sub>、O<sub>3</sub>平均浓度均都呈现下降趋势。

从中国环境治理层面来看，水、大气、土壤以及近海污染仍需继续攻坚治理，为此中国政府正在着力推动减污降碳的协同治理，并将其作为“十四五”（2021-2025年）乃至未来更长时期的重点工作。而从全球角度来看，塑料、海洋污染物、有害化学污染物等均是未来十年亟需共同应对的挑战。所有这些都意味着促进绿色供应链不再只是企业社会责任中的一个道德问题。今后十年内，为了确保国际企业共同做好节能减排的目标，国家将环境管理的重心往高耗能、高污染企业的各个环节进行治理。2020年9月，中国制定了“2030年碳化，2060年碳中和”“双碳”的目标，大力加入全球零碳浪潮。新型冠状病毒的全球大规模爆发对全球供应链产生了重大影响。当多个地区的疫情导致停产、减产时，许多制造企业因疫情管控措施不到位、客户订单下降而不得不暂停甚至停产。然而，疫情带来的阴霾让人们逐渐意识到良好的自然生态和生物多样性是人类健康福祉的基石。

2016年12月，中国历史上首部环境保护创新型税种——《中华人民共和国环境保

护税法》开始施行。其征收对象是直接向外界排放空气、水、固体、噪声等污染物的生产经营者。过去“高消费、高污染、低收入”的经济发展方式对生态环境的可持续性造成了严重影响。但伴随着改革开放的深度推动，国民经济增长正在朝着中高速度的方向迅速发展，资源节约型、资源高效利用型等新兴绿色环保与效益共存的经营发展模式正在得到愈来愈多中小企业的重视和采用资源节约型、资源高效型等与环保、效益并存的新型经营和发展模式。

在国家推行环保的趋势之下，通威股份（2004年上市，股票代码600438）作为国内深耕绿色农业、绿色能源的大型龙头企业，在致力于获得经济效益的同时十分注重环境保护，并取得了十分突出的成就，多次荣获国家奖励。本文基于绿色供应链视角，对通威股份环境成本管理进行研究，不仅有利于推动企业优化环境成本管理，更对其他企业具有一定的借鉴意义。

### 1.1.2 研究意义

#### （1）理论意义

绿色供应链顺应了经济全球化和自由贸易的发展趋势，符合环保产品和绿色贸易的要求。中国的绿色供应链管理实践已经在天津、上海、深圳和东莞等城市进行了试点。政府对绿色供应链研究的重视，使其不仅在微观产品层面成为企业管理工具，在中观产业层面成为产业链管理工具，而且成为政府履行公共环境管理责任的重要体制机制创新工具。当前对环境成本进行管理的讨论，多数仍停留在对环境成本进行核算的水平上，并没有真正意义上构建一个完整而系统的环境成本管理理论体系。因此，通过以绿色供应链为视角，将绿色供应链系统与环境成本管理相结合来研究通威股份的环境成本管理，在一定意义上拓展了评价环境成本管理有效性的视角，为环境成本管理理论增添了新的理论视角，具有一定的理论意义。

#### （2）实践意义

目前，在企业环境成本管理方面，绿色供应链与企业实践相结合的具体环境成本管理研究还处于发展的初期阶段。作为一家国家重点支持的农业产业化龙头企业，通威股份通过探索绿色供应链的方式来实施环境成本管理，这一做法具有重要的现实意义。通威股份的实施为未来的企业提供了一种可行的方法，可以有效地实现绿色供应链的建设，从而降低企业的成本，提升企业的竞争力。

## 1.2 研究内容与方法

### 1.2.1 研究内容

本论文的主要研究内容包括以下几个方面：

本文首先讨论了环境成本管理和绿色供应链的基本概念，总结了国内外的研究现状，梳理了理论基础，并探索了绿色供应链与环境成本管理的契合点。

其次，对通威股份的业务、行业情况与行业地位等方面进行介绍，简述通威股份的环境成本管理现状，以及其为环境成本管理采取的措施，并了解通威股份企业的绿色供应链体系的动机。

再次，从绿色采购、绿色物流、绿色制造和绿色回收、绿色营销等方面分析其基于绿色供应链的环保成本管理。

最后，对通威股份的环境成本管理基于绿色供应链的视角提出参考意义。

### 1.2.2 研究方法

#### （1）文献研究法

文献研究法是人们通过搜集、分析、整理研究文章，并通过对文献研究形成对事实的科学认识的方法。本文由于涉及到的相关理论较多且复杂，因此作者将通过互联网、书籍、杂志等对绿色供应链、环境成本管理、通威股份企业等资料进行搜集整理，为后续论文写作奠定理论基础。

#### （2）案例分析法

根据案例研究的内涵，案例研究是实地研究的一种类型。案例研究分析是对具有代表性的事物（现象）进行深入细致研究，以获得整体性认识的一种科学分析方法。借助案例剖析，可以深入探究富有意义的东西，进而得到全面的认知。由于本论文关注的是基于绿色供应链的通威公司的环境成本，因此有必要对通威股份公司从生产原材料到末端回收链进行全面的分析和系统的分析。

## 2 文献综述与理论基础

### 2.1 文献综述

#### 2.1.1 关于绿色供应链的研究

##### (1) 国外文献综述

1996年,美国密歇根州立大学(简称MSU)的制造业研究团队提出了绿色供应链的概念。同时,霍尔(2000)提出了供应链可持续发展的概念。他认为,在绿色供应链管理中,应该在原材料采购、生产流通、包装加工等环节加入绿色理念,优化环境。Sue P. Siferd 和 George A. Zsidisin (2001)将绿色供应链定义为单个企业在设计、采购、生产、销售、使用、再利用和处理供应链中的产品废弃物时应该关注的对自然环境的影响,将管理者、员工和董事会加入构成了绿色供应链的内部要素,而客户、供应商、贸易伙伴和竞争对手加入构成了绿色供应链的外部要素。Srivastava (2007)将绿色供应链管理的范围定义为从对一般环境管理计划的被动监测到通过各种R原则(减少、再利用、返工、翻新、回收、再循环、再制造、逆向物流等)实施的更积极的实践。Ki-Hoon Lee (2017)跟踪整条供应链碳足迹,以韩国现代汽车为例进行研究,从供应商视角和核心企业视角描述绿色供应链建设途径。Shaema 等人(2017)对绿色供应链学说进行了细化,其内容分为绿色设计,绿色采购,绿色生产,环保运输和逆向回收。

##### (2) 国内文献综述

国内对绿色供应链的研究略晚于国外。但斌和刘飞(2000)认为,绿色供应链管理应该从源头到终点都贯彻环境友好的理念,以确保可持续发展。汪应络和孙能民等人(2003)从系统和集成思维的角度指出,绿色供应链管理作为一种供应链管理新模式,可以应对制造业发展与环境保护之间的冲突,要以经济、社会、环境三重底线为原则。杨光勇和计国君(2011)指出,绿色供应链是经济绩效、社会绩效和环境绩效协调发展的可持续供应链。肖亮(2016)则指出了一种更加适合中国国情的绿色供应链架构体系,它从采购、生产、营销等方面进行了深入的探索,以期达到可持续发展的目标。崔芳(2018)认为我国众多企业普遍存在绿色营销不足,并针对此问题给出了具体的对策。曹子靖(2020)等将绿色供应链当作可持续消费和生产过程的连接点,就实施绿色供应链后对国际贸易和绿色消费的影响进行剖析。毛涛(2021)绿化生态化供应商管理工作是一项具有创新性的环境管理方式,可以有效提升企业供应链的绿色化水平。随着世界

第一制造大国中国的加入，绿化生态化供应商治理的实践也受到了中国的积极推动，采取建设和试验创新等措施，为世界绿化生态化供应商的发展作出了重大奉献。由于中国民营企业对绿化生态化供应商治理缺乏认知，缺乏内部力量，以及信息系统开放不足，使得当前参与绿化生态化供应商治理的中国民营企业极其稀少。为此，应当采取积极措施，如设立有效鼓励管理机制、强化信息系统开放等，以激发企业参与绿化生态化供应商治理的积极性。应琛和耿晓（2017）解释说，绿色供应链信息系统可以通过信息技术的发展来完善和健全，说明绿色供应链在物联网时代有很大的价值，可以帮助企业实现高端销售的智能化道路。

## 2.1.2 关于环境成本管理的研究

### （1）国外文献综述

CRA. Beams（1971）和 J. T. Marlin（1973）最早对环境会计和环境污染进行了研究。根据 Jasch（2003），提出，环保成本管理应该包括各种可能会对自然环境产生污染物的费用，包括防止污染的费用、处理垃圾的成本费用，还有非产品生产的成本费用等等。国际会计师联合会（International Federation of Accountants-IFAC）（2005）环保成本管理应该包括各种资源成本管理、废水控制、污染物防治性、与环保有关的研究开发及其不确定性五个方面。G. L. Ballentine and Gignac A（2008）的研究表明，应将环境成本应用于全面成本管理的框架中，并参照估算的五要素对环境成本进行估算。Englund H（2008）认为，作业成本法可以与 ABC 方法相结合，通过考察高层管理者对环境成本管理的支持、充足的资源、作业成本法培训等因素来控制环境成本。Kumara. Swamy, M. &R（2015）通过对环境会计的研究与知识资本的估值分析，有利于企业做出明智的财务决策和提升企业日常财务管理。Magia 等人（2016）通过对公司生产过程中产生的环境成本进行分类，将其划分为原始生产成本、隐藏生产成本、形象关联生产成本和或有生产成本。J. B. Christian（2018）通过采用供应链理论，企业可以有效控制生产经营中的环境成本，从而实现可持续发展和绿色经营的目标。

### （2）国内文献综述

我国在环境成本研究方面的发展始于 1992 年，但相比国外，我国的研究进展较晚，直到 1992 年才有学者发表相关论文。王欣（2003）提出，环境成本可分为广义和狭义，环境成本通常指狭义的，即企业在进行生产经营活动时，基于承担环境责任的原则，主动或被动地对环境的负面经济后果采取相应措施而承担的支出。肖旭（2010）在其发表的论文中表明，环境成本分为内部和外部两个方面。内部方面包括早期预防、过程管理

和治理，以及企业内部资源的损失。外部方面包括外部影响价值和或有环境责任等。田东华（2015）指出，企业的环境成本包括生产管理中为防止或控制环境污染而发生的所有费用和相应损失。曹明才（2017）和叶婷婷（2019）等认为，环境成本管理应该从企业生产经营的前期、中期和后期三个阶段进行，以确保自然环境成本管理经费的可持续发展。谢东明和王平生（2019）从生态经济发展的角度，从生态经济的发展模式出发，探讨了中国企业环境成本的战略控制。他们通过对环境成本的精确计算，找出对环境成本影响最大的生产或管理环节，从而对这些环节实施重点改进和控制。张冬英（2021）认为可以通过技术性支持，改善企业环境成本高额的治理费用。

### 2.1.3 关于绿色供应链的环境成本管理研究

周云（2011）在分析了环境成本控制的概念和机理后，提出了环境成本的两种控制模式：实际控制模式和先进控制模式。张亚连，曾桐珈和唐婷（2011）构建了绿色供应链管理体系，并提出跨组织环境成本控制模式就是绿色供应链管理的有效运用。文琳（2020）在 Stackelberg 模型的基础上构建环境成本分摊机制，在选择某家具企业对环境成本分析研究之后，对相关问题提出解决措施。周昕宣（2020）从绿色供应链的角度探讨了安利股份供应链中的每一个环节，并总结了安利股份环境成本实践的借鉴参考性。王玲（2020）通过对 A 钢铁公司环境成本控制体系研究后，基于绿色供应链视角，对 A 钢铁公司的环境成本控制体系进行优化，从而促进 A 钢铁公司的绿色可持续发展。张林和董宇昊（2021）在对绿色供应链管理与环境成本控制进行研究与分析的基础上，总结企业存在相关的问题及原因，最终给出优化建议。汪紫卉（2022）通过分析海尔公司，研究海尔公司如何以绿色供应链的视角将生产、制造、营销、回收等环节中的环境成本联系在一起，形成完整的环境成本管理方式。李丹华（2022）以安徽海螺水泥有限公司为例，从绿色采购、生产、销售、运输、处置 4 个环节探讨了基于绿色供应链的海螺水泥环境成本管理实施路径，重点研究了绿色供应链下水泥企业环境成本管理的可行性和有效性。

### 2.1.4 文献评述

综上所述，在绿色供应链方面的研究上，国外学者的研究显然比国内更加成熟，国内学者更多参考并借鉴国外绿色供应链相关理论，并运用于具体的项目研究之中。在环境成本管理方面的研究上，国内外学者具有一致性，都认为企业的环境成本覆盖了企业运行的全过程。但从上述文献中也可以看出，在环境成本管理的研究方向方面，很多学者一般从产业链、生命周期、可持续发展等角度进行研究。基于绿色供应链的企业环境

成本管理案例研究近年来逐渐增多，为本文的进一步研究提供了一定的参考意见。

## 2.2 理论基础

### 2.2.1 绿色供应链理论

“绿色供应链”这一概念自 1996 年被 MSU 制造研究协会提出后，学者们普遍将此概念运用于环境问题之中，目的是在实现经济效益的同时兼顾环境保护。从绿色供应链的角度来看，无论是从上游的供应商，还是到下游的用户，绿色供应链从最开始的开发设计、原材料选购、产品生产、运输、回收等每个环节都要加上环境保护因素，以此获得经济效益的同时对降低对环境的损害。因而，可以将绿色供应链管理从绿色采购、设计、生产、营销、物流等方面进行阐述。

#### (1) 绿色设计

20 世纪 60 年代，美籍设计理论家威克多巴巴纳克明确提出了绿化工程建筑设计，也被称为环境设计或环境意识工程设计，他强调，工程设计应该充分考虑地球的资源有限性，以保护我们的家园，并为此付出努力。

所谓的绿色设计，是指企业在产品设计上既要满足绿色环保的要求，又要将产品及生产过程对周围环境的整体负影响降到最低限度。这使企业在设计中既要考虑到与产品有关的要素，如功能、质量和成本，同时又必须考虑到尽量减少对环境造成的损害。绿色设计的核心是“3R”原则，即 Reduce（减少）、Reuse（再循环）、Recycle（再使用），主要包括了减少环境污染，减少物质和能源消耗，产品和零件可回收再生、重新利用。我们通过对企业产品设计、环境污染控制、能源消耗、回收等方面进行研究，检测企业是否从原材料到终端是否对环境做到了真正的绿色设计。

#### (2) 绿色采购

绿色采购概念的出现起源于第一次中东战争期间的美国，当时中东产油国通过石油禁运对美国施加压力，在这种情况下，美国的石油资源压力急剧增加。于是，在美国政府的主导下，化石能源的利用得到了公众的认可，节能和可再生能源成为当时社会理念的主基调。所谓绿色采购，就是企业在采购环节中，要求企业充分考虑到环境保护，资源节约，循环高以及其他相关要素，优先选择并使用有利于环境的原材料，产品以及服务。从目前来看，由于国家对于环境保护将会加大力度，对环境破坏较大的材料将会逐步被列入黑名单，所以企业在选择材料时慎重选择此类材料。除此之外，企业在进行采购时，除了考虑价格隐私，还应选择优质供应商。因为这样在进行采购时不仅可以节省时间，在交流沟通时可以更加安全放心。

通过对企业采购供应商、采购原材料等方面进行研究，检验企业对环境成本管理是否真正做到了绿色采购。

### （3）绿色生产

绿色生产在国际上称之为“清洁生产”，起源于 20 世纪 80 年代工业污染控制领域的一个概念，指以节能、降耗、减污为目标，以管理和技术为手段，实施工业生产全过程污染控制，使污染物的产生量最少化的综合措施。绿色生产是将资源消耗与环境影响纳入到生产管理中的生产模式之中。从具体内容来看，包括了绿色原料、绿色设备、绿色加工和绿色包装等等。要达到绿色生产，企业就必须考虑在整个生产的周期中，追求经济效益的同时对环境所造成的损害最低。这就意味着企业需要尽可能地减少污染物的排放，要最大化利用原材料的设备、最大程度使用材料。绿色生产所使用的是可持续发展的理念，一方面要求生产产品的整个过程是绿色环保，另一方面也要求生产的产品是绿色环保的。

我们可以通过对企业产品开发、规划、建设、运营管理等方面进行全面考察，来检测企业在生产过程中对环境成本管理是否做到了绿色生产。

### （4）绿色营销

20 世纪 80 年代，英国威尔斯大学肯毕，开启了绿色营销研究的第一个里程碑，引发了一股热潮。英国威尔斯大学肯·毕提（Kenpeattie）博士在一书《绿色营销——化危机为商机的经营趋势》中强调，绿色营销是一个通过有效认识、预测和满足消费者需求的市场营销方式，它不仅应该带来巨大的利益，而且还可能持续，从而实现长期的商业成功。所谓绿色营销，是指企业在生产经营过程中，将企业自身利益、消费者和环境保护利益三者联系在一起，以此为中心，对产品和服务进行构思设计、制造和销售。绿色营销管理主要包括五个方面的内容：一是树立绿色营销观念；二是设计绿色产品；三是指定绿色产品价格；四是绿色营销渠道策略；五是搞好绿色营销促销活动。

而我们可以通过对企业产品研发、营销渠道、营销活动等方面来考察，查验企业在环境成本管理中是否做到了绿色营销。

### （5）绿色物流

绿色物流理念起源于 20 世纪 80 年代中期，Richard F. Poist 指出物流学发展分为三个阶段，一是“前物流时代”，主要任务是设计出高效率运输系统；二是“物流时代”，研究重点是总成本、总利润和总通道；三是“新物流时代”，是基于整个企业全部通道下的企业物流系统与企业的使命和目标的结合。

绿色生态物流配送的概念涵盖了五大主要基本方面：首先，经过利用已有资源，进一步优化资源配置，公司应该进一步提高资源利用率，尽量减少各种资源耗费；其次，绿色运输，即在过程中尽量减少燃料耗费和废气量，以尽量减少对周边自然环境的空中环境污染。为了环保，我们应该重视对交通运输汽车的维修和安装，采用洁净能量和尽量减少废气量。此外，我们还应该采用绿色生态库存方式，这意味着库房的选址应该科学合理，有助于节约交通运输费用。同时，库存布置应该科学合理，使库存得到有效利用，达到最优化的库存覆盖面，大大降低库存生产成本。绿色包装是物流活动中非常重要的一环，它不但有助于提升包装物物料的合理回收效率，控制各种资源耗费，还可能有效防止污染物。此外，废弃物物流也是一个重要的环节，它要求对垃圾经过采集、分级、加工、打包、搬迁、贮存等，最终将其转运到专业的处置场地，以达到物资的流转。通过对企业集约资源、运输、仓储等方面来考察,来检测企业在环境成本管理中是否真正做到了绿色物流。

#### （6）绿色回收

绿色回收是指企业通过回收垃圾，将其中的零部件或者垃圾加以利用，以尽量减少对环境的污染和损害。通过循环系统应用或再生应用部件，能够有效地减轻空气污染，提升利用率。在产品生命周期结束后，如果不采取有效的回收处理措施，不仅会导致资源的浪费，还会给环境带来严重的污染。通过对产品回收方面的考察,可以看出企业是否做到了绿色回收。

#### （7）绿色人事

绿色人事是指将“绿色”理念运用到企业日常管理中的管理模式。绿色人事主要是企业基于战略和业务角度，对员工环保意识的培养，包括节约资源、减少水电等资源的浪费。同时，企业应关注员工的工作环境及福利待遇，使他们能够以最好的状态投入工作当中，从而实现员工、企业和生态全面和谐。通过对企业人事方面的考察，可以发现企业在环境成本管理方面是否真正实现了绿色人事。绿色供应链可以使企业取得经济效益的同时降低对环境的损害，但同时绿色供应链也存在着不同的影响因素。

从优势方面来说，绿色供应链能先强化企业效益。当前伴随着市场竞争压力变得更加激烈，企业有必要从绿色供应链上找到高质量的供应商，这样才能形成优势互补、强强联手，才能给整个绿色供应链带来更大的收益。二是绿色供应链能够提高顾客的信任度。企业绿色产品既能保护环境又能给顾客带来绿色收益以增强客服信任度。再次是绿色供应链能够改善企业形象。最后，绿色供应链可以规避贸易壁垒风险。目前很多国家

十分重视生态问题，并设立了诸多环保法规。企业想要存活就必须让产品达到绿色供应链标准。

就劣势方面而言，一是绿色供应链尽管理论上已逐步完善，但绿色产品开发，废物处理技术还需要改进。二是绿色供应链虽然能增加资源利用率并使企业减少相对成本，但是回收与废物处理却要付出巨大成本，二者抵得上可能导致企业入不敷出。三是不同公司的文化理念对双方合作关系都有可能产生影响。最后是由于中国现行环境制度且为完善，在执法监督方面仍然存在一些问題。

## 2.2.2 环境成本管理理论

### （1）清洁生产理论

清洁上产作为一种新兴的理念，此理念在生产过程、产品与服务等方面不断地运用整体防御这一环境战略来提高生态效率，降低对人与自然的危害。1992年，联合国环境与发展大会把清洁生产作为可持续发展与呼吁工业的一个关键要素、发展更加洁净的工艺，不断更新，替代危害环境的产品与原料，达到保护环境与资源并进行有效治理的目的。

清洁生产主要包括以下内容：首先是清洁能源，它包括用各种方法清洁地使用常规能源，不断使用可再生能源和发展新能源以及应用节能技术。其次是生产流程清洁，要求节约原材料和能源，除去有毒原材料，采用无毒无害的中间产品；选用少废，无废工艺和高效设备；达到物料内部循环利用；完善生产管理和不断提高科学管理水平。最后是清洁产品，企业在产品制造和使用过程中，应当考虑环境保护和健康因素，尽最大可能减少能源消耗。

清洁生产理论突出减少能源消耗、产品回收利用等观念，因此在绿色供应链的管理过程中运用清洁上产理论，有助于推动企业在全供应链过程中绿色环保的作用。

### （2）可持续发展理论

1987年，联合国国际环境保护与建设理事会出版了《我们共享的未来》一书，明确提出了可持续性的概念。这一概念强调，要实现可持续性，就必须在适应当代人的需求的同时，确保不会对下一代人产生不可挽回的影响。应当优先考虑解决当代人的需要，尤其是穷人的需要，同时要确保不会对子孙后代产生不良影响。环境与发展会议在报道中将重点放在居民、食物安全、物种灭绝、基因资源、能耗、工业生产和人类居住等领域，以确保可持续性。

可持续发展观主要包括以下几个方面内容，首先，可持续发展观要实现人的全面发

展，包括三个方面：一是人的基本需要的满足；二是提高的人的素质；三是人的潜力的发掘。其次，可持续发展观是一种综合全面的发展，不是单纯的强调经济的发展。再次，可持续发展强调后代人也享有正常的环境权力，可持续发展要求人类改变对于自然的态度，人类应该学会尊重自然、保护自然，并与自然和谐相处。最后，可持续发展强调发展，将消除贫困看作是实现可持续发展不可缺少的条件。把可持续发展理论运用到通威股份之中，主要表现为企业内生产整体资源耗费的减少、环境成本降低、生产工艺流程创新等方面，通威股份运用绿色环保理念，在市场中占据着绝对的优势地位。

值得注意的是，可持续发展强调发展，把消除贫困作为实现可持续发展的必要条件。可持续发展理论在通威股份企业的应用主要表现在企业整体资源消耗的降低、环境成本的降低和生产工艺的创新。通威股份公司运用绿色环保理念，在市场上占据绝对主导地位。

### （3）生命周期评价理论

生命周期评价最早出现在 20 世纪 60 至 70 年代初的美国。生命周期评价开始的标志是 1969 年可口可乐饮料包装瓶的研究。环境毒理学与化学学会（SETAC）把它界定为：生命周期评价是对产品、生产工艺及活动对环境造成压力进行评估的客观过程，目的是通过能量和物质的使用以及废物排放对环境的影响，找到提高对环境的影响的方法和途径。生命周期评价是从产品生命周期的初始原材料开始，直到最终产品报废回收为止的完整循环过程。这种评价贯穿于产品、工艺和活动的整个生命周期，包括原材料提取与加工：产品的制造、运输与销售：产品的利用、重新利用与维护：废物循环以及最后废物弃置。

通过生命周期评价理论，我们可以更直观地看出企业是否在产品的整个生命周期中是否做到了绿色环保。

## 2.3 绿色供应链与环境成本管理的契合点

### 2.3.1 目标一致

在“十三五”期间，中国的绿色制造从概念推广、前期研究、政策制定到项目实施都得到了正式的推进。绿色供应链融入了环境保护和资源节约的理念，贯穿了从产品设计到原材料采购、生产、销售、使用、报废处理的全过程，是绿色制造的重要组成部分和核心。为支持工业和信息化部节能与综合利用司绿色制造项目的实施，全国绿色制造技术标准化委员会于 2017 年完成了我国首个绿色供应链管理国家标准《绿色制造企业绿色供应链管理指南》的研究和制定。在绿色供应链管理指南中，国家标准明确了制造

企业绿色供应链管理的范围和产品生命周期的全过程（设计、制造、采购、回收和废物无害化处理等）、全产业链（供应商、生产企业、消费者及回收利用企业）及全要素（资源、环境、健康安全）绿色管理、环境信息管理及相关文件等方面的基本要求。而环境成本管理的本质是保护环境，减少因环境资源问题而产生的成本支出。环境成本管理的目标是通过评估和预测整个生产过程中可能产生的环境影响和可能产生的资源浪费来管理成本。通过比较绿色供应链和环境成本管理的目标可以发现，两者的目标是相似的，都是在保护环境和合理利用资源的前提下实现股份企业的良性发展。

### 2.3.2 周期一致

绿色供应链这一循环延续着传统供应链中各环节的设定，但是其不同之处在于在绿色供应链中加入废气环节回收以及废弃物处置等环节，以尽量有效的使用资源并降低对环境的破坏。绿色供应链管理可以对整个供应链相对应的产品生命周期中的每一时期同步进行。而环境成本通常分为事前预防成本、事中维护成本和事后损失成本。从产品生命周期的事件前、事件中和事件后，我们可以区分和控制每个周期产生的环境成本。根据相应的产品生命周期，绿色供应链和环境成本管理可以很好匹配，更方便确定各个环节的成本支出和管理。

### 2.3.3 特点相融

从战略角度分析问题是绿色供应链和环境成本管理的共同特征。绿色供应链涉及到供应商、企业、零售商和客户，因此绿色供应链的管理是由内而外的。一方面，这种战略视角可以更有效地管理企业内部的采购、生产和销售等业务活动。另一方面，可以协调和平衡上下游企业之间的合作关系，符合企业的可持续发展战略。环境成本管理的最初目的是更好地控制企业的环境相关成本，从而实现企业的可持续发展。因此，将环境成本管理与绿色供应链相结合，可以产生一种新的战略，扩展时间和空间的范围，从战略的角度分析企业环境成本的管理，从而获得更有效和可持续的发展战略。

### 3 通威股份绿色供应链下环境成本管理实施情况

#### 3.1 通威股份简介

通威股份有限公司创立于 1995 年 12 月，总部设于四川省成都市，是通威集团有限公司控股的大型民营上市公司，股票代码是 600438。经过近些年的不断发展，通威已经成为绿色农业、绿色能源大型跨国集团。通威股份凭借双主业战略布局和“渔光一体”的发展格局，形成了得天独厚的竞争优势，其未来的发展目标是世界级清洁能源运营商、打造世界级健康安全食品供应商。

##### 3.1.1 公司主营业务

通威股份将农业和新能源作为双重主业，已形成“农业+光伏”一体化整合，协同推进的运营格局，致力于向社会大众奉献健康安全放心农产品及清洁能源。

公司农牧产业重点发展饲料工业，坚持绿色养殖与食品加工同步发展，形成了一条安全健康可追溯的绿色农牧产业发展链，全力打造世界一流的健康安全食品提供商。通威股份饲料产业以研究、生产、销售水产饲料和畜禽饲料为主，已形成包括原料指数、营养指数、成长指数、抗病指数和耐运指数在内的独有健康指数品质特色。在水产养殖方面，使用智能化水产养殖模式，实现“水质监测、环境监控、水质调节、精准化投喂、生物生长状态调控与管理”全流程的数字化、精细化、自动化和环保化，加快推动现代水产养殖信息化体系建设，为落实水产养殖业绿色发展提供了必要的条件。在食品加工产业方面，通威食品品牌介入畜禽及水产领域，经过持续的养殖品种改良，饲料研发，绿色养殖，食品加工，它从源头至餐桌全程监控。在销售终端上，通威重点打造国内首条品牌鱼—“通威鱼”，截止 2021 年年底，旗下已有包含通威鲜活鱼和通威美鲷鱼在内的多个品牌鱼、通威鱼本家，春源冷鲜肉和太丰鸭涵盖了鱼类，生猪，鸭类肉食产品，竭诚为广大消费者奉献健康安全优质食品。

在新能源领域，通威股份光伏产业以生产高纯晶硅、太阳能高效电池和光伏发电为主，形成了上游生产高纯晶硅的格局、中游产高效太阳能电池片至最终光伏电站的建设与运营一体化的新能源产业链，全力打造全球顶级清洁能源运营商。以高纯晶硅为例，通威股份旗下永祥股份拥有云南保山，内蒙古包头和四川乐山 3 个生产基地，并成功打造全球较大规模单体、综合能耗低，技术集成新颖，品质卓越的智能制造生产线。2021 年年底，通威股份年产高纯晶硅达到 18 万吨。太阳能电池领域，通威股份下属通威太阳

能已经形成了地处合肥，双流，眉山和金堂等 4 个基地。就光伏发电而言，它与现代渔业的有机结合，在世界范围内率先提出了“渔光一体”的开发模式，掀起了一场养殖与发电并行不悖的绿色环保革命，现已建成“渔光一体”基地 48 个，遍布 20 多个省区市。

### 3.1.2 公司所处行业发展情况

#### （1）饲料行业

受全球通胀、俄乌地缘争端以及新冠疫情等影响,大宗农产品价格继续震荡上行,饲料成本持续上涨。据 Wind 数据显示,2022 年上半年以来,饲料主要原材料玉米、小麦和豆粕价格分别较年初上涨 5.08%、9.55%和 14.61%。同时,国内疫情反复,导致餐饮消费疲软,物流运输困难,养殖效益受到影响,养殖积极性下降,饲料企业不仅面临成本的上升压力,更面临终端市场的激烈竞争,经营难度进一步加大。但大型企业凭借领先的成本管控能力、规模优势以及完善的配套服务,较中小企业而言能够更有效抵御经营风险,应对经营压力,呈现弱者更弱,强者更强的市场形式。国内饲料行业受存栏量减少、禽类养殖盈利较低、效益较差等方面的影响,总产量逐年减少。中国饲料工业协会数据显示,2021 年 1-6 月份工业饲料总产量为 13,653 万吨,比上年同期减少 4.3%,生猪、蛋禽和肉禽饲料产量各 6,031 万吨、1,546 万吨和 4,114 万吨,同比下降 6.8%、4.0%和 6.7%。在水产饲料方面,疫情对水产品价格、投苗、流通等产生较大影响,致使水产品存塘量较大,水产饲料需求增加。同期,疫情带来的消费渠道转变、预制菜快速增长的市场需求促使特种水产品养殖效益提升,吸引经销商、养殖户积极采购饲料,拉动上半年全国水产饲料产量 1089 万吨,比上年增长 21.1%。

#### （2）光伏行业

在全球“碳中和”目标的引领下,各国正加速推进以光伏为主的可再生能源发展,上半年全球光伏装机需求继续保持高速增长。国内在“1+N”政策支撑体系及“整县推进”、“风光大基地”行动方案的推动下,分布式市场与集中式市场并进,呈现淡季不淡的特点。据中国光伏产业联盟(China Photovoltaic Industry Alliance,简称光伏联盟或 CPIA)统计,2022 年上半年,中国光伏新增装机相较于去年同期增长接近 135%。同时,海外市场十分繁荣,俄乌冲突致使化石能源及终端电价飙涨,欧洲光伏装机需求快速增加,印度启动征收进口光伏电池及组件关税,有效刺激本地市场需求提前释放,其他新兴市场也实现了不同幅度的增长,上半年我国组件出口量达 78.6 GW,同比增长 74.3%。伴随着终端需求的超预期增长,上半年产业链供需不平衡形势进一步加剧,部分环节产品价格持续走高。据 PVInfoLink 数据,上半年硅料单晶致密料均价最高达到 27.2 万元/

吨，6月主流尺寸硅片均价较年初分别上涨13%、16%，对应尺寸电池片6月均价较1月分别上涨9%、11%。基于对全球光伏市场的良好预期，近年来产业链各环节积极扩张产能。据PVInfolink预测，2022年底全球硅料、硅片、电池、组件累计产能规模将分别达到117万吨、528GW、573GW和634GW。随着新增产能的逐步释放，产业链供需矛盾有望得到缓解，而产品价格的回调，将进一步刺激终端需求增长，全球光伏市场发展或将开启加速模式，头部企业依托更强的资金、技术、成本、人才、管理等综合竞争力，将在市场竞争中占据优势。

### 3.1.3 公司行业概况

农牧领域中，通威股份十分重视饲料业务专业化和产业化，饲料生产能力超过年平均1000万吨，产品销售场所已覆盖全国大部分地区和越南、孟加拉及其他地区及其他东南亚国家是全球重要的水产饲料企业及重要的畜禽饲料生产企业。其中通威水产饲料是水产饲料产销量多年位居同行业前列。通威股份是农业产业化重点龙头企业，国家级企业技术中心，先后获得“中国质量奖提名人”“曾获得国家科学技术进步二等奖”“中国驰名商标”荣誉称号，以其优质产品及全面有效的服务使其品牌在业界及市场上享有盛誉。

在光伏领域，通威股份无论从成本上，还是在质量及效率上，都处于世界领先地位，是世界光伏行业重要的参与者和推动者。其太阳能产能达到54GW，高纯晶硅产能达到23万吨。2021年，通威股份高纯晶硅的产量是全球第一（CPIA统计）。据PVInfolink统计，通威股份太阳能电池出货量自2017年以来连续五年为全球第一，成为行业首家电池出货量超过100GW的企业。

## 3.2 通威股份环境成本管理现状

### 3.3.1 通威股份环境成本构成

根据通威股份行业特点及公司特点，梳理出通威股份环境成本相关费用支出如表3.1。根据通威股份2021年的报告可知，通威股份在报告期内一共投入3.04亿元。其中，40%的资金用于危险废弃物的处理，32%的资金用于购置节水节电装置，其余28%的资金用于其他环保支出。通威股份对于环保支出项目进一步分析可知，可将通威股份的环境成本划分为事前规划、事中控制和事后控制三个阶段。

表 3.1 通威股份 2021 环保领域支出重点绩效

环保支出项目	单位	农牧行业	光伏产业	合计
危废交由第三方处理	千元	369.47	121772.95	122142.42
节水、节电等环保设备购置支出	千元	20785.41	76160.87	96946.28
污水、废水处理产生费用	千元	121.40	56405.69	56527.09
厂区绿化费用	千元	-	16872.90	16872.90
环评、评估、检测费用	千元	259.51	10030.36	10289.87
警示牌	千元	-	1003.14	1003.14
环保活动	千元	-	336.55	336.55
垃圾处理	千元	254.83	-	254.83
降噪	千元	17.80	20.00	37.8
降尘	千元	-	29.35	29.35
植树	千元	-	21.30	21.30
四害	千元	17.80	-	17.80
垃圾存储器购买	千元	-	4.60	4.60
总计		21826.22	282657.71	304483.93

资料来源：通威股份2021年度报告

### （1）事前预防

通威股份的环境事前预防成本主要是用于维护环境、防止环境破坏及环境污染的出现而产生的环境保护性支出费用，通威的环境预防成本主要包含环保设备投入、相关项目投入、环保先进生产技术的引入等。

### （2）事中控制

通威股份的生产环节需要有环保设备的持续运行和员工的持续作业，同时离不开各项污染物监测警示。通威环境事中成本主要包括环保设备的购置费用、环保活动费用、环境监测费用、厂区绿化费用等。

### （3）事后控制

通威股份在生产的过程中，会排放出一氧化碳、二氧化硫、氮氧化物等有害气体，固废、悬浮固体等等，这些污染物会对环境造成影响，因此通威股份事后控制成本包括污水、废水处理产生费用、危废交由第三方处理、降尘、降噪、四害等，需要对这些污染物进行事后控制。

### 3.2.2 通威股份环境成本管理实施情况

通威股份在环境成本管理方面做出了积极的努力，此从企业的产业链中可以看出。在新能源产业链方面，公司对主要环节实施技术创新和智能制造，推动零污染、零排放的清洁能源大规模应用；在农业产业链方面，公司致力于打造绿色、健康的水产品产业链，以此来达到降低对环境的破坏。下面，针对通威股份为环境成本管理开展的具体工作进行阐述。

首先，从总体环境成本管理模式来看，通威股份实行“总部-板块-厂区和办公地点”的三级管控，明确各层级相关部门的职责。如图 3.1 公司总部设立能源管理委员会，负责落实公司节能减排管理工作方针、政策、目标。公司的各个业务版块都成立了环境保护管理委员会、能源管理工作组并任命了安全环保职能部门的代表为环境保护管理委员会的成员，为贯彻环境保护责任制、督促、指导车间环保工作，对检查中发现的环保设施隐患及时予以整改。厂区总经理是能源管理工作的责任人，根据能源管理组总体目标，结合日常经营管理工作，分别对各实施单位的涉及生产、非生产环节，推进各项节能降耗工作的开展。

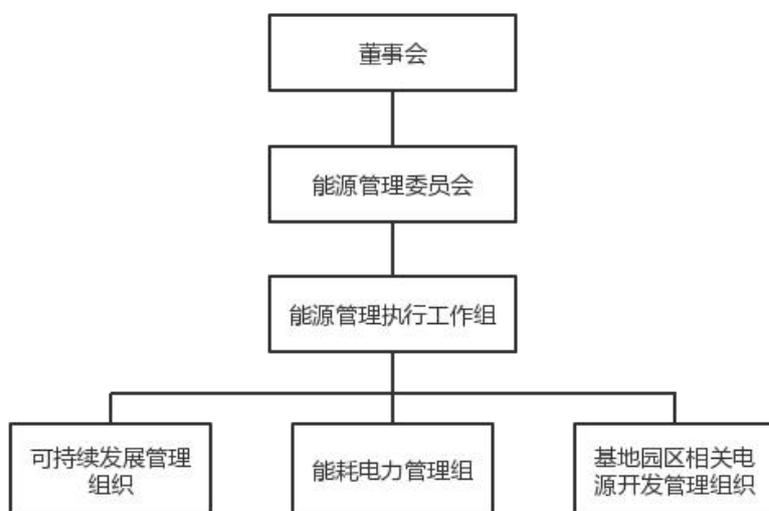


图 3.1 威股份 ESG 管理体系

其次，从新能源产业链具体实施工作来看，通威积极运用可持续发展理论及产品生命周期理论，通过多种措施来对环境成本进行管理。第一，如表 3.2 通威股份通过减少化石能源使用、节能改造、绿色运输来降低环境成本管理。第二，通威股份积极参与绿色电力证书交易履行减排责任，实现绿色转型。2021 年内，通威股份与中国绿证认购平

台签下了 8.7 万份平价光伏绿色电力证书，创造了国内绿色电力证书主动认购交易平台开通以来单笔成交新高，为绿色电力企业带来额外环境权益资产销售收入的同时，对绿证的市场化进程也有着重要的推动作用。

表 3.2 通威股份节能降耗方式及具体措施

节能降耗减排方式	具体措施
减少化石能源使用	合肥太阳能屋顶铺设光伏发电装置，使用清洁能源；
	通威组件楼顶安装光伏电站，装机容量 6.798 MW，2021 年全年光伏发电量为 6,311, 800 KW·h，约占车间全年用电量的 15.6%。
节能改造	M2 空调热回收改造：转移层压区环境热量供固化区使用。
	U5 动力站节能板换改造项目：秋冬季节利用冷却塔给空调、PCW 降温使用，减少冷水机组用电量 U5 空压机冷却水改造项目：利用动力站水系统富余水量给空压机做冷却水使用，减少空压机冷却水泵用电量。
	工艺水前置板换改造：循环水代替冷冻水冷却空压机，利用环境冷量，减少电力使用。
	在冬季，利用冷水机组对工艺水热量进行回收，供车间供暖使用。
	充分利用环境冷量，动态调整冷水机组温度控制，提高机组效率，单位产品用电下降 2.26%。
绿色运输	产品运输、搬运过程中使用电动叉车，减少二氧化碳排放。

资料来源：通威股份2021年度报告

第三，规范废弃物处置与资源化利用。通威股份为了合理利用资源和节能减排，通威股份旗下永祥率先提出“循环经济的产业链”。其将烧碱制品、聚氯乙烯制品和电石渣等水泥制品生产以配套方式纳入多晶硅生产环节，形成了从“盐卤、烧碱、聚氯乙烯等”到“电石渣水泥等”和从“氯化氢、三氯氢硅”、“多晶硅新能源”两条完整的化工与新能源相结合的循环经济产业链，将物料循环与清洁产品相结合。第四，完善大气污染物治理手段。通威通过淘汰高能耗、高污染和低效率的落后工艺技术，从源头上降低大气污染排放，同时采用先进、成熟的污染处理技术，加强精细化管理，去除有毒有害物质，降低污染物浓度。第五，建立规范用水制度。如表 3.3 通威股份通过浓水回收再利用、限制高耗水项目或设备和工艺流程改造等多种节水措施，在不影响产品质量标准的情况下尽量减少用水量和废水排放量。此外，通威股份还不定期组织员工参加水资源管理相关培训和学习，从培训学习中增强水资源危机意识和做好水资源管理工作的责任

感、紧迫感和危机感，加深对水资源管理认知，真正落实水资源的合理使用。

表 3.3 通威股份主要节水措施

子公司名称	节水方式	具体措施
通威组件	合理使用化学剂	空调水系统投加杀菌剂、缓蚀剂等药剂，减少空调水换水频次从而降低用水量；
成都太阳能	回收利用	1. 浓水回收利用； 2. 空调冷凝水回收利用；
	限制高耗水项目或设备	开展水平衡测试和供水管网的查漏、消漏工作，推进老旧管线升级改造，加强治理用水漏失现象，降低管网漏失水量；
合肥太阳能	实施制绒机水洗槽节水改善项目	1. 利用软件实现控温，实际温度高于设定温度补加冷水，低于设定温度则补加热水； 2. 实现有篮溢流，无篮不溢流，减少补水时间； 3. 冷水进水接头处统一安装截流片，降低纯水流量。

资料来源：通威股份2021年度报告

最后，从农业产业链具体实施的工作来看，通威通过多种方式对环境成本进行管理。第一，通威践行“质量方针”，全面推行“标准化”管理。通威以“质量方针”为纲，并在行业内首推“标准化”建设，打造生产现场环境标准化与运营环境标准化，提升产品品质，降低了生产成本，并形成了《标准化工作手册》和运行模式，从而实现了环境成本最优化的生产模式。第二，技术与市场相结合的环境成本管理。通威聚焦打造领先的产品终端表现力，推动技术体系职能转型，让技术深度参与经营，以技术解决方案为依托，固化科学的环境养殖模式，大力推广“产品+模式+服务”三合一养殖盈利模式，从而实现了对于环境成本的综合管理。第三，加强战略供方合作，优化采购原材料。通威股份优化供应商目录，强化与战略供应商的合作，改变传统业务合作模式，提升业务效率和战略供方粘性，同时公司选取对环境污染最少的原材料，从而实现对于环境成本管理。第四，推行智能养殖“环保、生态、低碳”。通威股份开发“渔光一体”智能养殖模式，包括设施系统、养殖模式、智能管控、水质净化及尾水处理等核心技术，以此实现了设施渔业与光伏发电的完美协同在，达到了对于环境损害的最小化。第五，推进废水减排。为了减少废水排放对环境造成的影响，通威股份不断投入资源更新和优化废水处理设备和技术。针对废水中的固体悬浮物，通威农牧产业加工厂新开发了隔栏珊，

气浮机等设备，用于预处理污水中悬浮物，油脂以及各类胶状物等，实现固液分离，确保污水处理能高效运行。同时，公司通过减少用水量来减少废水排放，鱼屠宰车间采用暂养池废水进行打磷机冲水，实现用水节约；部分产品需清水冲洗的，改用高压喷头，减少喷洒面增大清洁能力，减少废水排放。此外，通威还持续投入废水处理技术的研发，不断地探索和改进，将处理技术应用于实际生产运营中。

### 3.3 通威股份绿色供应链动机分析

#### 3.3.1 国家对于产业的扶持

光伏产业作为驱动中国能源变革的主要动力，在新能源中占有重要地位。从从国民经济“九五”计划到“十四五”规划，国家对于光伏产业的扶持政策经历了从“积极发展”、“重点发展”到最后的“大力提升”的改变。欧盟联合研究中心估计 2030 年可再生能源在能源消费结构总量中的份额将上升到 30%左右，太阳能光伏发电在世界电力供应总量中的份额约为 10%。到 21 世纪末，可再生能源约占能源消费结构总中中的 80%。太阳能发电约占世界电力供应总量 60%以上。这说明新能源作为可再生能源，是传统能源的绝对主导地位，

政府对新能源行业保持支持态度。2022 年 3 月 22 日国家能源局下发了《“十四五”现代能源体系规划》的通知，以加快大型风电光伏基地的建设。5 月底，并对相关企业提出了工作要求：一是要让企业着眼大局观，坚持上下游合作共赢，促进光伏产业高质量发展；二是要求企业加强自律。通威股份作为国内光伏产业的领导者，在新能源领域得到了国家的大力扶持，此也为企业能在新能源领域继续发展下去打下了坚实的基础。

#### 3.3.2 公司“双绿色”战略

通威股份基于自身战略出发，致力打造出农业和新能源领域的“双绿色”战略。从绿色农牧产业链来看，通威股份从开始阶段便依靠自身雄厚的科研开发和自主创新实力，以科技锻造极致产品力，形成了以国家级企业技术中心和国家级实验室为主体，以国际先进水平国家级检测中心为补充的十多家科技研发机构。为了保障无公害水产养殖的持续发展，通威整合旗下动物保健研究所、成都通威三鑫药业有限公司等公司，打造绿色强势动保品牌。在养殖设施方面，通威股份遵循环保、生态、低碳的理念，立足养殖一线，创新研发了包括池塘底排污、生态电化水、“渔光一体”设施养殖等在内的多项成果，并开展多项技术服务。在食品加工阶段，通威食品以优质产品，满足人们的多重需求。为了保证每一种产品的健康与安全，通威持续完善上下游产业链，充分实现农

牧产品“从源头走向餐桌”全程品质监控与追溯。销售阶段的通威已经有了包含通威在内的鲜活鱼、春源冷鲜肉、太丰鸭等覆盖鱼、猪、鸭等肉食全国畅销产品，由通威打造的中国第一条品牌鱼“通威鱼”。从新能源方面看，通威股份对绿色发展也进行了不断地探索，来达到节能减排的目的，如建立碳排放管理体系、扩大清洁能源的使用比例、努力实现供应链减排等等。

### 3.3.3 可持续发展的驱动

通威股份董事局主席刘汉云曾说：“在企业实现可持续发展的同时，如何站在时代高度，将企业发展与国家期望、社会需要紧密结合起来，这是通威今后发展道路上将持续回应的问题。”通威股份十分看重企业的可持续发展，首先，其不断完善可持续管理体系，加强可持续管理制度建设；持续提高信息披露质量，经营公开透明；不断深化反腐工作，防范风险。其次，其响应国家绿色发展战略，继续致力于“农业加光伏新能源”两个产业协同整合为国家实现碳中和目标贡献通威力量。同时，其以“创新”二字不断赋予自身发展新机遇，明确数字化转型和智能化发展的重点方向，并在转型过程中协同推进绿色发展。再次，其优化供应商管理体系，将环境和社会因素纳入供应商管理机制，降低供应链的环境、社会风险，携手供应商实现可持续发展。复次，其强化全生命周期的环境管理，严守环境“红线”，以实际行动践行环保理念，推动生态文明建设。最后，它高度重视专业人才，技术人才以及管理人才梯队建设，在积极保障职工应有权益的前提下，致力于塑造一个健康，安全的工作环境，协同员工共促发展。

## 4 通威股份绿色供应链下环境成本管理分析

通威股份在绿色设计、绿色采购、绿色营销、绿色人事等步骤，强化供应链中各个环节中的环节成本管理，以此来实现对整个供应链环节的环境成本管理。

通威股份集水产饲料，畜禽饲料产品的研究，开发，生产和销售为一体，是农业。就新能源而言，它经过对高纯晶硅和太阳能的开发，营销，出售给下游公司。综合应用方面，通威股份将“渔光一体”开发建设相结合，全力构建生态养殖加绿色能源模式，加强产业协作。

### 4.1 环境成本管理在设计环节的应用

从绿色设计的要求来看，企业进行产品设计时，应当遵循绿色环保、可循环使用、对环境造成损害较小的原则。通威股份产品设计开发阶段已系统地考虑了原材料的选择，生产，营销，回收，加工等各环节对资源环境的冲击，使产品全生命周期内资源能源消耗达到最小，并减少污染物的生成与释放。从水产饲料来看，通威水产饲料主要有淡水养殖和海水养殖等几种饲料产品，适合于不同的养殖条件和养殖品种。在畜禽饲料方面，通威针对畜禽的不同品种（猪、鸡、鸭、奶牛）、不同生长阶段和不同地域特性设计而成，具有安全、养殖全程性价比最优等特点，主要包括配合饲料、浓缩饲料以及预混料三大系列。在复合预混料方面，通威动物营养科技公司专业技术人员根据用户的实际情况，针对性地设计实用的参考配方，确保用户获得优质的畜禽、水产产品以及高效的生产性能和更大的经济效益。在养殖方面，通威已建立了“渔光一体”智能设施养殖模式以及工厂化养殖。在食品方面，通威打造了“通威鱼”品牌。在新能源领域，经过十余年的快速发展，通威股份已成为以上游高纯晶硅生产为核心，中游高效太阳能电池片及高效组件生产为核心，下游渔光为一体产业模式的企业，并形成完善的光伏新能源开发产业链。从通威的产业链每一环都能发现其在进行产品设计时考虑了生命周期理论。

### 4.2 环境成本管理在采购环节的应用

从绿色采购的理论要求来看，企业在进行原材料采购时，要优先选用对环境破坏性小、绿色环保的原材料，尽可能不选用高污染、高排放等对环境有害的材料。选择能源材料时，企业应优先选择可再生和可循环能源材料。在绿色采购的模式下，企业不仅可以减少原材料的成本，也有利于推动自身健康发展。

### 4.2.1 采购原料绿色化

通威股份主要深耕的行业是农业和光伏新能源产业，行业的属性决定了其在进行原材料的选择时必会优先考虑绿色环保的原材料。在农业产业链方面，通威股份在饲料选取中，所采用的原材料是次粉、棉粕、大豆等不仅符合国家的标准，同时也符合绿色采购的原则。在新能源领域，通威股份的主要产品包括了树脂、电石渣水泥及商砼、高纯晶硅硅料、烧碱、高效硅片等等，这些产品多属于环保产品，其原材料也符合绿色环采购的原则。

### 4.2.2 采购流程数字化

通威股份由于所需采购的原材料数量极其庞大，因此其为了提高采购效率、提高交货率、缩短订单时间、减少库存成本、节约资源等等，将采购流程数字化，实现了线上采购与资源共享。

通威股份建立了“供应商关系管理系统（SRM 系统）”，通过数字化管理提高运营效率，保证订单、库存、结算、发票、索赔、配额、绩效等业务信息的及时传递，同时有利于对供应商绩效进行全面评估，帮助供应商提升供货及服务水平。并且其还建立了饲料类包装物、饲料标签、饲料原料、饲料生产物资、办公室生活物资、市场物资、检验检测物资、以运输工具、信息设备材料、物流服务、人力服务、租赁服务等 13 个大类为核心的综合三级采购管理体系，成功地将管理体系，业务流程和信息系统统一在一起。

通过构建线上线下一体化采购流程来达到通威对资源的完全控制，减少采购需要的费用，增加采购透明度，还可以增强对采购合规性的控制，进而减少采购风险。通威所构建的众多系统之间的高效整合，使整个采购过程由需求到支付形成闭环管理，以适应整个采购过程中对业务分析与绩效管理的要求，是一个大型实体企业对内对外连通供应链电子商务的创新性做法。

### 4.2.3 建立绿色供应商链

通威股份致力于供应商的可持续管理，将环境和社会因素纳入供应商管理机制，加强对供应上的管理。同时，通威股份通过建立“供应商准入制度”“供应商行为准则”“供应商可持续管理”“强化供应商供应能力”的管理策略，确保供应的连续性。

在供应商准入管理方面，通威股份从以下几个指标进行了供应商考核管理（如表 4.1）。

表 4.1 通威股份准入考核指标

考核标准	具体指标
服务质量及交付能力	考察供应商物料质量、资质证件、管理能力、资金实力、生产能力、品控能力。
劳工人权管理	审核供应商的童工使用、工时、歧视和强迫劳工等情况，在准入过程中，持续帮助供应商改善劳工权益保护，创造健康公平的工作环境，改善合格后才能进入合格供应商名单。
企业信用	1. 供应商准入审核时通过 SRM 系统天眼查接口查询法定代表人是否为非失信人、企业是否无经营异常及严重违法的行为； 2. 严禁供应商进行违法转包行为。
安全健康管理	1. 核心主辅料供应商需通过 ISO 45001 认证； 2. 供应商提供个人防护用品、安全防护、隔离装置，并且员工已经受过安全健康培训； 3. 储存化学品的现场张贴化学品安全说明书； 4. 具备完善的消防灭火系统，并定期保养； 5. 建立职业健康档案，定期组织职业健康体检。
节能环保	1. 核心主辅料供应商需通过 ISO14001 认证； 2. 准入审核时需供应商无严重违法行为，其中包含环保处罚； 3. 取得排污许可证，并定期年审，或定期进行排污申报； 4. 建立有效的“三废”管理制度； 5. 每年发布一次有效的环境检测报告（含噪声）、开展危废转移申报及联单定期的环境因素识别。

资料来源：通威股份2021年度报告

在供应商行为规范方面，通威股份制定供应商行为准则，针对供应商员工的劳工情况（童工、工时、工资待遇、歧视、强迫劳工等）、职业健康安全、环境和道德规范等方面作出明确规定，规范供应商的可持续运营。同时，通威要求供应商有责任确认其生产制造对环境、自然资源的冲击，严格遵守《环境保护法》等环境保护政策和规定，加强社会风险管理，确保在执行同采购方签订的合同时不会引发环境污染事件、杜绝环境污染因素和隐患。

在供应商评估考核方面，为了深入了解供应商的发展状况和行为准则的履行情况，识别潜在风险，通威股份各产业版块制定了符合自身经营情况的供应商考核制度。在农牧产业，通威农牧产业制定《通威股份有限公司饲料原料供应商管理办法》，以电话和

现场评估相结合的形式，对供应商开展半年度考核，从资质证件、管理能力、资金实力、生产能力和品控能力等方面对供应商开展综合评估，淘汰考核不合格的供应商，并帮助其完善缺失项目，提升可持续供应能力。在光伏产业，通威光伏产业各版块设立相应的光伏商务部，负责合格供应商风险考核，并制定相关供应商管理制度，开展定期与不定期的考核评分，针对分数过低存在潜在重大风险的供应商，提出并帮助完善其缺失管理项目，以提升供应商风险管理水平。

在供应商退出管理方面，通威农业产业和光伏产业各子公司建立供应商淘汰及触碰红线拉入黑名单机制，来保证供应商的整体水平不断地提高。其根据供应商评价的结果，对于达不到要求的供应商，采取终止采购、撤销合格供应商资格的处理办法。对违反法律、法规或者供应商行为准则的供应商等等，公司将其拉入黑名单，解除合作关系（如表 4.2）。

**表 4.2 通威供应商降级与黑名单机制**

处罚制度	终止原因	结果
供应商淘汰制度	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 级考评得分不合格，且供应商不能提供有效的改善措施；</li> <li>2. 合理原因，拒绝年度实地评审；</li> <li>3. 年之内无采购记录，经业务负；责人确认未来一年无合作计划的供应商；</li> <li>4. 有倒闭、破产等不良经营状态，无法继续交易的供应商；</li> <li>5. 换合作主体，原合作主体停止合作超过一年且无合作计划。</li> </ol>	取消合格供应商资格，至少一年以上不得合通威股份 2021 年度报告作
黑名单制度	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 应商恶意违反采购合同、供应商行为准则、质保协议等双方签署的各类协议；</li> <li>2. 应商泄漏公司商业机密，造成名誉损害或经济损失；</li> <li>3. 公司合作过程中，造成重大经济损失且拒不补偿；</li> <li>4. 应商故意隐瞒与我司或其他供应商存在业务、项目、公司连带关系；</li> <li>5. 意隐瞒过往的违法、违规行为；</li> <li>6. 应商向公司相关人员行贿以获取不当利益。</li> </ol>	拉入黑名单，永久取消合作资格

资料来源：通威股份2021年度报告

### 4.3 环境成本管理在物流环节的应用

企业在运输产品的过程中，需要对所使用的交通运输工具及消耗的能源成本进行综合考虑。在有害废弃物装卸、运输过程中，如果装卸、运输不当，会给环境带来严重的影响。同时，在公司生产过程中，有些无法使用的环境污染物，公司也需要进行处理，并承担相应的环境成本。因此，绿色物流对于企业来说，不可谓不重要，尤其像通威股份这种大公司而言，更是重中之重。

在绿色物流方面，通威股份对物流运输过程中的燃油及尾气排放问题，采用了电车，以此来减少能源消耗。同时，通威通过对供应链各方积极沟通，合理规划运输路线，减少运输距离，以此来实现节能减排的目标。此外，通威还与相关物流企业合作，减少对环境的污染。在产品装卸方面，通威股份有着明确的规定。在户外拆箱时，通威禁止在下雨的条件下作业，因为纸箱淋雨会变软，有可能会使里面的产品脱落造成损坏或砸伤人员。在拆箱的过程中，通威要求工作人员在作业地面保证包装箱能够水平放置，避免倾倒。

在资源集约方面，通威股份农牧产业、光伏产业积极开展能效对标及节能项目，2020年，全年共开展节能减排项目 268 个。通过浸没式电极蒸汽锅炉、智能制造、“渔光一体”光伏电站、水电新能源供电等多项节能减排项目，实现节能降耗，大幅降低生产耗能和传统化石能源的使用。永祥新能源从 2020 年 9 月份开始，更多绿色环保浸没式电极锅炉正式投入使用，将燃气锅炉作为备用，天然气消耗大幅降低。在生产方面，各种物料全面实现了闭路循环，各种原辅料消耗、污染物排放降幅显著，实现了绿色环保生产。通威股份在农牧产业饲料工厂对蒸汽及冷凝水系统改造，通过闪蒸汽热能回收机组充分利用蒸汽冷凝水余热，并对冷却水实施回用，实现了热量和冷凝水的综合回用，极大提高了资源能源利用效率，节省年生产成本超过 58 万元。另一方面，通过调节冷却器风机的运行频率，实时监测温度，避免过度加工，进一步实现节能降耗的效果。

在废弃物物流方面，通威股份秉持“经营发展符合循环经济”的原则，对废弃物处置实施严格管理，通过技术创新，促进了资源的重组和调整，形成一个物料循环，最大程度地回收和综合利用废弃物中有用的资源，取得最大的环境效益及经济效益。与此同时，通威股份还严格按照《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》和其他国家和地方环境保护的有关法律，制定实施了《三废管理制度》和《固体废物管理制度》。其对于企业排放的固体危险废弃物，严格遵守国家相关法律规定，以免在转运途中发生泄漏，并指定专人送往安全环境部危废仓库处置。通威股份对固体废物存储时严格按照国家相关

具体的要求进行建设，并对工厂固体废弃物临时储存场应当按照《危险废弃物贮存污染控制标准》、《一般工业固体废弃物贮存、处置场污染控制标准》等要求进行建设。

## 4.4 环境成本管理在生产环节的应用

绿色生产要求在节能，减污，降耗的前提下，在整个生产过程中，通过管理与技术来预防与控制污染，尽可能使环境受到最小的损害。通威股份把绿色治理理念贯穿于整个生产经营过程中，以生产经营和环境保护为导向，对当前和长远发展战略进行整体规划，促进生态文明建设。

### 4.4.1 首创“渔光一体”光伏发电模式

通威股份光伏产业成功打造了全球首个“渔光一体”绿色创新生产模式，建设集光伏发电、水产养殖、休闲娱乐、旅游观光、科普教育等功能为一体的“渔光小镇”，拉长通威股份的光伏产业链条，助推新农村三产发展，从真正意义上实现了“鱼、电、环保”三丰收。在同一片养殖水面上，建设百兆级甚至吉瓦级的渔光一体产业园，实现水上产出绿色能源，水下产出优质水产，取得远超单一水产养殖的最终收益，实现鱼塘产值最大化、光伏收益最大化、绿色生态最优化。此外，通威股份将无线传输、传感器技术、软件开发等技术方案应用于智能化养殖模式，实现水质在线监测和预警、水质调节和水污染物管理，杜绝内源、外源性污染，保障水产品的安全性。同时，通威股份充分考虑精准化投喂，对生物生长状态进行科学调控与自动化管理，实现人工效率和经济效益最大化。通威股份针对农业生产过程中出现的污染物进行了有效防治，如在无害饲料废弃物方面，通威循环利用可回收部分，外售处置可被重新制粒至合格的不合格产品、不可回收部分；在烘干冷却环节采运用了布袋除尘器；在尾气治理环节对尾气循环利用；在打包环节采用了新型布袋替代；在生产出的废水方面采用 AAO 工艺（是一种常用的污水处理工艺，可用于二级污水处理或三级污水处理，以及中水回用，具有良好的脱氮除磷效果）。

到 2020 年底，通威股份光伏电站“渔光一体”（如图 4.1）现已遍布 20 余个省市，并网规模突破 2 W，基地规模占据全国水面光伏市场 10%以上，2020 年发电量超 21 亿千瓦时，优质、清洁、经济的绿色电力正源源不断地汇集千家万户。



图 4.1 通威股份渔光小镇

#### 4.4.2 打造高纯晶硅循环经济产业链

通威股份致力于多晶硅的工艺技术创新，形成了由“盐卤、烧碱、聚氯乙烯等”向“电石渣水泥等”转变，由“氯化氢、三氯氢硅”向“晶硅新能源”转变，新能源化工相结合的循环经济产业链，此生产过程不仅实现了材料的完全利用，也对环境起到了很好的保护作用。通威光伏产业高纯晶硅子公司通威太阳能致力于光伏电池绿色供应链的优化升级，创新智能制造模式，实现供应链管理智能化、高效化、规范化，加强与供应链间的信息互通，号召全产业链供应商节能环保、保护环境，达到资源利用最大化，环境影响最小化、企业绿色化的目标。此外，通威股份还建立了全自动化无人智能制造生产线，率先实现了数字化车间、智能化化工厂，不断推动企业降本增效，增强了市场竞争力。在光伏产业的智能制造车间，通威引入国内外先进的生产节能设备，利用高度智能化的生产技术工艺，融入精益化现场管理，经过数年的技术经验累积及大力推广，极大地提升了生产效率，降低了能源消耗。

同时，通威股份针对光伏产业中生产过程中的废气污染物进行了有效防控，如针对无害废弃物中污泥、硫酸铵废液及生产时的垃圾等，通威先行建设废渣棚临时贮存，最终交水泥厂作为原料综合利用；针对废活性炭、沾酸碱危废、废机油等，通威委托具备有害废弃物处置资质单位进行处理，同时，通威妥善保存了有害废弃物储存、外售等记录，并与有回收有害废弃物资格的机构签订了转运合同；对于颗粒物、氯气、二氧化硫、氮氧化物和挥发性有机物，通威通过碱液喷淋洗涤和水喷淋洗涤对废气污染物进行吸收，实现达标排放；对于生产废水采取中和加物化处理实践；以生活污水为处理对象，利用地埋式处理生活污水的设备，或将生活废水引流至污水处理站处理。针对氟化物，通威股份采用物化除氟系统进行防治。

通威股份坚持绿色发展的成绩受到了来自社会各界的肯定，2019年，通威股份光伏

产业揽获由工信部授予的“绿色工厂”荣誉称号；2020年5月，荣获“绿色供应链示范企业”的荣誉称号，并荣列工信部《第五批绿色制造名单公示》，成为此批次四川省唯一一家入选国家绿色供应链管理的企业。

#### 4.5 环境成本在物料回收环节的应用

通威股份十分注重产品回收环节，其对废钢铁进行回收然后再加工，并对其他的废弃资源如拆解回收报废汽车、废油处置等，进行回收利用。其通过渣浆回收利用新工艺实现残液中四氯化硅的回收，将水解残渣作为水泥原料，实现了固废的综合利用。同时，其利用新型反歧化液固反应工艺及装置，实现了危险副产物二氯二氢硅的100%回收。由此，使系统硅、氯消耗进一步降低并实现了全闭路高纯晶硅的循环经济清洁生产。此外，通威股份下属子公司永祥多晶硅利用煤改电、甲醇制氢改为电制氢，硅粉降耗和余热回收制蒸汽还原一键启动全流程控制与多晶硅还原智能控制平台配合使用的降耗减排举措，成功达到了节能降耗的目的，同时也提高了生产效率，降低了二氧化碳等污染物的排放。

#### 4.6 环境成本管理在营销环节的应用

通威股份从自身优势出发，通过“环保、低碳、生活”的绿色营销口号来打造企业的知名度。通威食品打造的“通威鱼”牌产品已经实现全产业链运营，同时它还在全国各地建立了众多优质养殖基地以及成都、海南等地产品深加工基地。通威食品严格按照 HACCP，ISO 管理体系以及欧盟和美国 FDA 认证标准进行加工，严格把关生产环节，以保证每个产品优良的质量。在水产品养殖方面，通威股份从源头开始控制，从选择优秀苗种到养殖环境、水质、喂养手段多方面监控产品质量。在养育阶段，通威建立了标准化管理制度，严格监控防疫、用药、用料和无害化处理过程。在生产阶段，通威食品工厂分别通过了 ISO22000 食品安全管理体系、ISO9001 质量管理体系认证。在运输方面，每天凌晨，通威配送车将鲜活农产品从基地运出，通过保鲜技术送往销售点，保障消费者每天购买到最新鲜的通威食品。通威通过对产品的整个环节进行把控，不断完善“从源头到餐桌”的步骤，让消费者真正做到安全、放心。在动物营养与饲料开发阶段，通威以科技驱动可持续发展，不断改进营养配比与科技含量，来赢得消费者的信任。

在新能源领域方面，通威股份的企业核心理念是“光伏改变世界”，打造“渔光一体”渔、店、环保三丰收。同时，通威坚持以市场需求为导向、以技术创新作为企业发展的动力源，专注光伏终端技术领域研发和电站设计，是新能源发展与创新的主要参与主

体。其为用户提供了高品质新能源系统集成解决方案，服务的范围包括了电力投资、项目开发、规划咨询、勘察设计等。

#### 4.7 环境成本管理在人事优化环节的应用

通威股份高度重视专业人才，并致力于塑造健康安全的工作环境，同时，其将“绿色”理念应用到日常的管理之中。在工作环境方面，通威时常请有资质的第三方至职业危害严重的地方展开职业危害因素检测，同时，通威股份针对职工工作场所、职业健康危害因素采取各种防治和杜绝职业病措施，减少职工职业病发病危险。日常管理上，通威把绿色高企，环保经济等理念落实于办公工作之中，提倡高企办公，降低污染物生成，办公资源的回收利用和办公支出的降低达到了节能降耗和降低碳排放的目的。具体的措施有如下几点：

在用水方面，通威规定随手关水龙头、卫生间显眼处贴节约用水的温馨小贴士；洗涤物品时，要用容器盛清水，禁止有长流水。在用电方面，通威要求连续3天夏季不低于 $26^{\circ}\text{C}$ ，冬季不高于 $14^{\circ}\text{C}$ 才可以开启空调。同时，空调的室内空调温度应当大于 $26^{\circ}\text{C}$ 。在办公方面，通威倡导无纸化办公，采用融合业务云（FBC）系统进行公文发布、业务流程审批等；复印文件时应尽可能使用双面打印方式，对单面打印的纸张继续循环使用，以减少纸张浪费；会后，会议室电灯要及时关好，并在会议室的显著位置贴出提醒职工随手关灯的宣传标语。

综上所述，通威股份的设计、采购、生产、运输、回收、营销等的每个环节环境成本管理，一起构成了通威完整的绿色供应链。此供应链上的每个环节上的环境成本之间都是息息相关的，一旦有环节环境成本管理不当，都会不断地积累到企业最终的环境成本管理之中。通威股份从自身地位出发，对供应链上每个环节运用绿色供应链理论进行不断地减少环境成本，并最终达到优化企业环境成本管理的目标。

## 5 通威股份基于绿色供应链的环境成本管理成效及启示

### 5.1 通威股份基于绿色供应链的环境成本管理成效

通威股份基于绿色供应链的环境成本管理，实现了经济、环境效益最大化。同时，通威通过绿色供应链对环境的保护，不仅树立了良好的企业形象，还赢得了消费者的信赖。

#### 5.1.1 降低污染物排放量

通威股份作为一家新能源与农业为主的企业，其在生产的过程中必然会产生各种环境污染物，如废水、废气以及固体废弃物等等。通威股份对这些废弃物采取积极的态度，大力发展低耗技术，以解决这些问题。此外，通威股份在环境保护方面加大投入，环境保护效果十分显著，据通威股份所公开的相关数据可知，其公司 2020 年碳排放强度对比 2015 年下降了 33.4%，实现减排 35 万吨。2020 年，公司全年产生大气污染物排放总量为 394829.47 吨，较上年同期降低 17.68%；每百万元销售收入大气污染物排放总量为 8.93 吨，较上年同期降低 30.06%。事实上，在 2017 年时，通威太阳能就已经获得了中国质量认证中心 CQC 碳足迹认证证书，这为单晶太阳能电池片产业及其下游产品碳足迹盘查工作提供了一个相对完善的碳足迹清单数据库，对于拉动产业链温室气体减排有着积极的推动作用。到目前为止，通威太阳能每年可以节约标准煤 1953 万吨，降低二氧化碳排放量多达 5300 万余吨，二氧化硫排放量接近 12000 吨。从上述论述可以看出，通威股份在逐年扩大生产规模的情况下，其生产的污染物排放量却保持着下降的趋势，足以说明通威在对环境保护上下足了人力与财力。

#### 5.1.2 持续推进能源结构绿色转型

作为光伏及农牧行业的龙头企业，通威股份始终坚持并履行责任使命，致力于以绿色能源、绿色农业为主线的“双发展”道路，践行绿色、低碳、循环的经济发展模式变革，持续升级生产技术工艺、优化产业结构，促进光伏行业健康可持续发展，助推国家能源结构转型，实现“碳达峰，碳中和”目标。

通威股份严格遵守《中华人民共和国节约能源法》等法律法规，参照国家《能源标准化管理办法》等管理办法，合理管控农业及光伏产业的生产与经营过程中的能源使用情况。2020 年，公司全年生产及经营所需能源总量 2,370,533,596.77 KW·h，每百万元销售收入产生的能源消耗为 53,631.65 KW·h。公司农牧产业、光伏产业积极开展能效对标

及节能项目，2020年，全年共开展节能减排项目268个。通过浸没式电极蒸汽锅炉、智能制造、“渔光一体”光伏电站、水电新能源供电等多项节能减排项目，实现节能降耗，大幅降低生产耗能和传统化石能源的使用。

### 5.1.3 创新绿色发展模式

通威股份光伏产业成功打造了全球首个“渔光一体”绿色创新模式，建设集光伏发电、水产养殖、休闲娱乐、旅游观光、科普教育等功能为一体的“渔光小镇”，拉长通威股份的光伏产业链条，助推新农村三产发展，从真正意义上实现了“鱼、电、环保”三丰收。在同一片养殖水面上，建设兆级甚至吉瓦级的渔光一体产业园，实现水上产出绿色能源，水下产出优质水产，取得远超单一水产养殖的最终收益，实现鱼塘产值最大化、光伏收益最大化、绿色生态最优化、视觉效果最优化。此外，渔光一体华为智慧云平台的应用更是为水产品的安全质量及水上光伏的持续产出提供了双重保障。截至2020年末，通威以“渔光一体”为主的光伏电站现已遍布至全国20余个省市，并网规模超2GW，基地的规模占全国水面光伏市场的10%以上，2020年发电量超21亿KW·h，优质、清洁、经济的绿色电力正源源不断地汇集千家万户。

### 5.1.4 荣获多项奖项

企业如果在环境方面做出突出贡献后，不仅会获得地方政府的认可，还有可能获得国家的表扬。这对企业来说不仅有十分有利，还有利于扩大自身的品牌影响力。通威股份作为新能源与农业领域的佼佼者，在环境保护方面做出巨大贡献，并且获得了众多奖项。2015年7月，第四届中国财经峰会将要在北京举行，此次会议的主题是“新常态企业智慧创新探索”。凭借多年来品牌建设日益增强的社会认知度，美誉度及在农业与新能源领域的不断努力与积极贡献，2016年11月，在国家发改委，科技部，工信部等二十多个国家部委和科研单位的大力支持下，第十届中国产学研合作创新大会于浙江省杭州市人民大会堂召开。通威荣获“2016年中国产学研合作创新奖”。2018年，在中国国际清洁能源科技推广周开幕式暨主论坛大会上，通威凭借出色的经营业绩、良好的信用表现以及多年来在清洁能源领域的创新与贡献，荣获“2017年，清洁能源诚信企业”称号。合肥市高新区环保分局召开高新区2019年度生态环境保护大会。会上通威太阳能合肥公司被评为合肥高新区2018年度生态环境保护“先进单位”，公司安全环境部职工被评为生态环境保护“工作先进个人”。第11届中国企业社会责任年会于2019年7月在广州召开。通威股份因为多年来持续贯彻绿色发展理念、深入布局农业、新能源两大主业、不断地参与和推进全球能源革命做出的积极贡献，因而其荣获了“2019年绿色

发展企业等”称号。2020年12月，“中国品牌年度人物”颁奖典礼在北京举行。通威继2019年后再一次荣获了“新能源 NO.1、中国品牌年度奖”殊荣。2021年11月，中国能源发展高峰论坛在北京举行，大会以“零碳·新格局”为主题，聚焦新时期、新形势下的绿色低碳发展。会上，通威凭借在绿色低碳发展方面的持续发力及积极行动，荣获“年度碳中和典范企业”殊荣。国际绿色零碳节与 ESG 领袖峰会于 2022 年 8 月在京举行。以多年坚持走绿色农业，绿色能源“双绿色”之路，参与并推动全球能源革命所作出的积极贡献，通威荣膺“2022 碳中和杰出践行奖”和“2022 杰出绿色传播奖”两项殊荣。

## 5.2 通威股份绿色供应链实施启示

### 5.2.1 实现了供应链全过程环境成本管理

通威股份对环境成本管理覆盖了绿色供应链的全流程，包括了设计、采购、物流、生产、营销、人事等。

传统的环境成本管理是对环境造成破坏后，才开始投入大量资金进行补救，或者是等到新闻媒体曝光后，才开始寻求解决问题的办法。在信息传播极为快捷的当下，公司一旦有环境方面的问题，不仅要面临着相关环保执法部门的约谈，还要面对缴纳罚款、甚至停业的风险。与此同时，企业一旦有负面新闻，其在消费者的心中必定会留下不好的印象。这一系列风险，不仅增加了企业的环境成本，也不利于企业的良性发展。通威股份运用绿色供应链对环境成本进行全过程管理，既在市场竞争中占得很大优势，又能获得消费者信赖，真正做到既节约又环保、既收益又形象。

### 5.2.2 强化上下游产业链、供应链的协作

企业如果想要对环境成本管理达到最优化，就必须强化上下游产业链与供应链之间的协作关系，这样才可以在环境成本管理上达到共赢的效果。通威股份深刻意识到了这些问题，并做出了积极有效的实践。在上游产业链，通威成功地实现高纯晶硅的“中国智造”。在产业链中游，通威股份生产了电池片、晶硅电池片等产品。在下游，通威践行“渔光一体”发展蓝图，光伏发电和现代渔业相结合，开创了世界“上面可以发电，下面可以养鱼”“渔光一体”的发展格局。供应链上游方面，通威制定供应商管理制度、开启数据化采购流程等，这既减少采购成本又节省相关无谓支出，也对环境起到了很好的保护作用。在供应链下游，通威生产的产品不仅绿色环保，还促进了与消费者的绿色消费，保证了整个绿色供应链的延续，成功实现了上下游一体化环境成本管理，并减少

了对于环境的破坏。

### 5.2.3 从源头到终端的环境成本管理模式

通威股份的绿色供应链环境成本管理模式，包括了源头严控、过程创新、终端治理三个方面。在源头阶段，通威建立了供应商管理机制，并依据供应商在周期内的供应表现进行评级，一旦不合格，供应商有可能面临着拉黑永不合作的风险。此外，通威为了优化环境成本管理，优先考虑绿色环保型原材料，直接从源头上进行了严控。在生产阶段，通威采用智能化生产模式，引进高效环保设备，并对具体的高污染环节进行技术创新来提高资源利用率，如通威在浸没式电极蒸汽锅炉、智能制造、“渔光一体”光伏电站、水电新能源供电等多项节能减排项目，实现节能降耗，大幅降低生产耗能和传统化石能源的使用。同时，通威对生产环境及安全进行了监管。在终端治理阶段，通威针对废弃污染物进行了专门处理，对于可利用的废弃物采用循环使用，对于无法使用的有害废弃物，通威则联系专门处置的机构进行处理。通威通过对整个流程的环境成本管理，不仅实现了全流程的绿色化，更促进了企业的可持续发展。

## 6 总结与展望

### 6.1 总结

本文在国内外研究文献的基础之上，对绿色供应链、环境成本管理等理论进行了阐述，并基于绿色供应链的视角对通威股份的环境成本管理进行了研究。通过此次研究，得到了如下几个结论。

几个通威股份顺应国家发展趋势，并结合自身发展优势，采用绿色供应链的生产模式，对供应链上每个环节进行了环境成本管理。

第一，在绿色设计阶段，通威股份遵循绿色环保、可循环使用、对环境造成损害较小的原则。其在产品设计阶段就已经充分考虑了各环节对于环境所造成的影响，并对产品生命周期进行了详细规划。

第二，在绿色采购阶段，通威尽可能选用低碳环保的原材料。同时，为了使采购环节更加节约资源和环保，通威将采购流程数字化（建立 SRM 系统），并建立了供应商淘汰制度，以此来控制环境成本管理。

第三，在绿色物流阶段，通威对物流运输过程中的燃油及尾气排放问题，采用了更加节能环保的电车，以此来减少能源消耗。同时，其通过对供应链各方积极沟通，合理规划物流运输路线，来减少运输距离，以此来实现节能减排的目标。此外，通威对废弃物物流方面通过技术创新，使对可再生资源进行循环利用，实现效益最大化。

第四，在绿色生产阶段，通威在农业方面首创了“渔光一体”光伏发电模式，在新能源方面成功打造了高纯晶硅循环经济产业链。

第五，在绿色回收阶段，通威不仅对报废产品进行回收再利用，还对生产时的废弃物进行再利用。

第六，在绿色营销阶段，通威以“环保、低碳、生活”来宣传企业的品牌，让消费者真正做到对产品的安全、放心。在绿色人事阶段，通威将“绿色”管理融入到日常的管理之中，通过节水、节电等措施来达到节能减排的目标。

通威股份将绿色供应链理念融入到企业环境成本管理的每一个环节，从环境事前预防到事后控制，我们都能见到通威对于环境成本管理所做出的不断努力，历年环境污染明显下降、诸多荣誉就是最好的证明。通威通过自身努力实现了经济效益与环境保护的最大化，也成为了将绿色供应链运用到企业环境成本管理中的行业榜样！

## 6.2 展望

本文基于绿色供应链的视角对通威股份的环境成本管理进行了研究，并发现了通威股份遵循国家环保发展的要求，采用绿色供应链对企业环境成本进行管理，成为同行业的领头羊。但是，由于以绿色供应链来研究企业环境成本管理是一个比较新兴的话题，仅依靠本人将案例进行完整的剖析，显然还是存在一定的差距，有些论述作者觉得还未到位，如通威股份虽然积极推行“双绿色”战略，但近年来却收到了各地生态环境部门开出的罚单，所涉问题以水、气类为主，同时包含固废和其他类型。通威股份每年具体回收的产品有多少？未回收的产品对于环境是否造污染？物流方面和仓储方面是否真正做到了绿色环保？这些问题都有一定的研究空间，本人也会在今后不断地思考、研究，力求做到完善。在国家日益重视环保的情况下，本文希望通过通威股份这一案例，对其他的企业对于环境成本管理起到一定的参考意义。

## 参考文献

- [1] Ballentine G L, Gignac A. Using the TCM Framework for Consistency and Comparability of Various Types of Environmental Cost Estimates [J] . AACE International Transactions, 2018: TC41.
- [2] Englund H, Gerdin J. Structuration theory and mediating concepts: Pitfalls and implications for management accounting research [J] . Critical perspectives on accounting, 2018, 19(8): 1122-1134.
- [3] Hall Jeremy. Environmental supply chain dynamics [J] .Journal of cleaner production, 2000,(8)455-471.
- [4] Jasch, Chistine. The Use of Environmental Management Accounting(EMA)for Identifying Environmental Costs [J] .Journal of Cleaner Production, 2003, 11: 667~ 676.
- [5] Ki-Hoon Lee. Integrating carbon footprint into supply chain management: the case of Hyundai Motor Company (HMC) in the automobile industry [J] .Journal of Cleaner Production,2011,19(11): 1216~1223.
- [6] Rosangela Maria Vanalle, Gilberto Miller Devós Ganga, Moacir Godinho Filho. Green supply chain management: An investigation of pressures, practices, and performance within the Brazilian automotive supply chain [J] .Journal of Cleaner Production,2017, 151:250~259.
- [7] Sengupta Dipanjana, Das Amrit, Bera Kumar Uttam et al. A Green Supply Chain Management Considering Minimum Cost and Time [J] .International Journal of Business Analytics,2021,8(2):63~82.
- [8] Srivastava S K. Green Supply-chain Management: A State of the art Literature Review [J] .International Journal of Management Reviews,2007, 9(1): 53~80.
- [9] 崔芳, 贾闽蓉. 企业市场营销中绿色营销模式研究[J]. 企业研究, 2013, (16): 39-41.  
李丹华. 基于绿色供应链的企业环境成本管理实施效果研究[D]. 河南财经政法大学, 2022.
- [10] 曹裕, 胡韩莉, 李青松. 成本分担契约下绿色供应链的环境标签策略选择研究[J]. 中国管理科学: 1-13.
- [11] 但斌, 刘飞. 绿色供应链及其体系结构研究[J]. 中国机械工程, 2000(9): 52~59.
- [12] 范纹嘉, 石峰, 曹子靖. 绿色供应链: 连接可持续消费与生产的纽带[J]. 世界环境, 2017, (04): 62-63.

- [13] 冯章伟. 绿色消费行为下闭环供应链定价与再制造模式研究[D]. 南京大学, 2020.
- [14] 管琪蓓. 基于绿色供应链管理的石化企业物流管理路径探究[J]. 今日财富, 2021(5): 86-88.
- [15] 葛颖恩, 温馨. 环境可持续集装箱班轮运输管理研究综述[J]. 交通运输系统工程与信息, 2021, 21(4): 6-22.
- [16] 黄书真, 徐福缘, 何建佳. 考虑市场偏好和创新意愿的绿色供应链契约协调研究[J]. 技术与创新管理, 2017, 38(2): 182-188, 206.
- [17] 经有国, 孟月霞. 搭便车行为下双渠道绿色供应链协调机制研究[J]. 工业工程与管理, 2019, 24(5): 72-80.
- [18] 毛惠萍, 刘瑜. 促进供给侧绿色改革的环境政策研究[J]. 环境科学与管理, 2017, 42(06): 12-17.
- [19] 毛涛. 绿色供应链管理实践进展、困境及破解对策[J]. 环境保护, 2021, 49(02): 61-65.
- [20] 田冬花. 论我国企业环境成本信息披露[J]. 山西财经大学学报, 2015, 37(S2): 75+80.
- [21] 王玲. 基于绿色供应链的钢铁企业环境成本控制研究[D]. 苏州大学, 2020.
- [22] 文琳. 家具制造业绿色供应链环境成本管理研究[D]. 中南林业科技大学, 2020.
- [23] 吴晶晶. 基于供应链管理的绿色物流发展路径研究[J]. 高铁递, 2020(8): 141-142.
- [24] 王宇, 余晨, 侯东林, 贾如, 王璇, 张莉, 赵嘉. 2020 中国环境战略与政策学术年会专家观点摘要[J]. 环境与可持续发展, 2021, 46(01): 143-160.
- [25] 王宇, 罗悦. 外需引导与政府补贴下战略性新兴产业的产能过剩研究——以光伏产业为例[J]. 现代经济探讨, 2018(03): 78-87.
- [26] 王英臣, 耿潇潇. 基于茶叶绿色供应链下构建物流系统的优化设计[J]. 福建茶叶, 2017, 39(04): 14~15.
- [27] 汪应洛, 王能民, 孙林岩. 绿色供应链管理的基本原理[J]. 中国工程科学, 2020(11). 82-87.
- [28] 王雅佩. SF 发电企业环境成本控制研究[D]. 重庆理工大学, 2017.
- [29] 汪紫卉. 绿色供应链下企业环境成本管理探究[D]. 江西财经大学, 2022.
- [30] 谢东明, 王平. 生态经济发展模式下我国企业环境成本的战略控制研究[J]. 会研究, 2013(03): 88~94+96.

- [31] 肖亮. 农产品绿色供应链流通模式及运作流程研究[J]. 技术经济与管理研究, 2011, (11): 109-112.
- [32] 肖序, 周志方, 李晓青. 论环境成本的创新——基于内部资源流成本与外部损害成本的融合研究[J]. 上海立信会计学院学报, 2008, (05): 39-46.
- [34] 杨光勇, 计国君. 构建基于三重底线的绿色供应链: 欧盟与美国的环境规制比较[J]. 中国工业经济, 2011, (02): 120-130.
- [35] 张冬英. 资源流视角下企业环境成本扩展问题探析[J]. 财会通讯, 2021(08): 169~172.
- [36] 张玲. 绿色供应链系统环境成本分摊和利益分配的博弈策略研究[D]. 华北水利水电大学, 2018.
- [37] 张林, 董宇昊. 基于绿色供应链的企业环境成本控制研[J]. 商业经济, 2022(01): 127-128.
- [38] 周昕宜. 基于绿色供应链的企业环境成本管理探究[D]. 暨南大学, 2020.
- [39] 周云. 基于绿色供应链管理方法的企业环境成本控制机理及模式研究[J]. 企业导报, 2011(15): 75.
- [40] 张翼飞, 刘金彬, 曹明才. A 企业环境业务的确认与核算探析[J]. 财务与会计, 2017, (02): 51-52.
- [41] 张亚连, 曾桐珈, 唐婷. 绿色供应链管理: 一种有效应用的跨组织环境成本控制模式[A]. 中国会计学会教育分会. 中国会计学会 2011 学术年会论文集[C]. 中国会计学会教育分会: 中国会计学会, 2011: 2915-2921.
- [42] 赵钺粼, 叶婷婷. 环境成本管理在神华集团公司的应用研究[J]. 时代金融, 2018, (15): 219+224.

## 后 记

值此论文即将搁笔之际，我想对我身边导师、同窗、亲朋表示感谢。

我想感谢我的导师,导师在我读研期间，不仅在学业上给予我很大帮助，在生活中也教会了我许多为人处世的道理，此对于即将步入社会的我有很大的帮助。导师在我论文写作的过程中，给予了我很多指导建议，使我能够顺利完成论文。

我想对我读研期间的同学表达感谢，研究生期间我们建立了良好的友谊，同学们在我论文写作的过程中，帮我查找了很多有用的资料，在此我想表达对他们的感谢。

最后，我想对我的家人和亲友表达感谢。研究生期间，父母对于我学业的无私支持，让我能够没有后顾之忧，使我最终能够顺利完成学业。