

中国林业造纸的绿色战略路径： 六十年进程与超循环趋势

张智光^{1,2}, 卑 燕¹

(1.南京林业大学经济管理学院,江苏 南京 210037;2.南京林业大学环境与发展系统工程研究所,
江苏 南京 210037)

摘要:【目的】基于林业造纸与生态环境的特殊关联性,梳理和分析我国林业造纸业的绿色战略发展历程与现状,预测未来的战略趋势,进而发掘该战略演进过程的完整路径,并揭示其中的内在规律,为相关企业和管理部门制定并实施绿色战略提供科学依据。【方法】采用文献检索和实地调研法,收集并分析我国林业造纸样本企业绿色战略行为的相关资料和数据,再运用绿色战略理论和系统分析方法,梳理和总结中国林业造纸绿色战略的发展路径,以及战略系统的结构和原理,由此提炼出其整体演进规律和特征。【结果】中国林业造纸绿色战略从萌芽期至今已经走过了60年的发展历程。在萌芽期之后经历了原料导向(林纸一体化)绿色战略(1980年起)、末端治理绿色战略(1990年起)、循环绿色战略(1995年起)和“循环+”绿色战略(1999年起)4个战略发展阶段,各阶段中的战略类型又包含一些具体的下层战略类型。各类战略的起点有差异,但后期相互交织、持续发展。各类战略的实施在经济效益和生态效益两方面都取得了良好的成效,但是也存在一些发展瓶颈。为突破瓶颈,未来的发展趋势是林业造纸超循环绿色战略。【结论】纵观整体的演进历程和未来趋势,中国林业造纸绿色战略在结构和内涵上形成了逐步拓展和逐步深化的演进规律:前端的原料导向战略、末端的污染治理战略、逆向的循环战略(侧重资源回收利用)、双向的“循环+”战略(强化造纸全程和逆向回路),未来将进一步提升到全局的林业造纸超循环战略(资源链、生态链和价值链相互促进的自组织系统)。综合以上成果,最终提炼出中国林业造纸绿色战略的多维演进模型及其演进特征。

关键词:林业造纸;绿色战略;林纸一体化;污染治理;循环经济;“双碳”目标;超循环经济

中图分类号:F120.4

文献标志码:A

文章编号:1000-2006(2025)04-0263-13

Green strategic path of Chinese forestry-paper industry: evolution course in the past 60 years and hypercycle trend in the future

ZHANG Zhiguang^{1,2}, BEI Yan¹

(1.College of Economics and Management, Nanjing Forestry University, Nanjing 210037, China; 2.System Engineering Institute for Environment and Development, Nanjing Forestry University, Nanjing 210037, China)

Abstract: 【Objective】Based on the special correlation between forestry-paper industry and ecological environment, the development history and current situation of green strategy (GS) in Chinese forestry-paper industry (CFPI) are sorted out and analyzed, and its strategic trend in the future is forecasted, so that the whole strategic evolution path and its inherent law are uncovered to provide scientific basis for relevant enterprises and management departments making and implementing strategic decision of their green strategies. 【Method】Document retrieval method and field research method were used to mine and analyze information and data about green strategic behaviors of forestry-paper sample enterprises. Then green strategy theory and system analysis method were applied to explore the development path, system structure and principle of CFPI green strategy. Thereout, the whole evolution law and characteristics are concluded. 【Result】The development of CFPI green strategy has gone through 60 years from the sprouting period to the present. It has

收稿日期 Received: 2024-03-07

修回日期 Accepted: 2024-06-20

基金项目:国家自然科学基金项目(71673136);教育部哲学社会科学研究重大课题攻关项目(19JZD023)。

第一作者:张智光(zzg@njfu.com.cn),教授。

引文格式:张智光,卑燕. 中国林业造纸的绿色战略路径:六十年进程与超循环趋势[J]. 南京林业大学学报(自然科学版), 2025, 49(3): 263-275. ZHANG Z G, BEI Y. Green strategic path of Chinese forestry-paper industry: evolution course in the past 60 years and hypercycle trend in the future[J]. Journal of Nanjing Forestry University (Natural Sciences Edition), 2025, 49(3): 263-275. DOI: 10.12302/j.issn.1000-2006.202403014.

experienced the following stages of strategic development after the sprouting period: raw material oriented (forest-paper integration) GS (1980-), terminal treatment GS (1990-), circular GS (1995-), "circular +" GS (1999-). Each strategy type in the most stages also contains some specific types of strategies in lower level. These strategy types have different starting points, but in the later period, they are intertwined and keep on developing. The implementation of various strategies has achieved good results in both economic and ecological benefits, but there are also some bottlenecks. In order to break through the bottlenecks, the future development trend is forestry-paper hypercycle green strategy.【Conclusion】Looking at the overall evolution course and future trend, CFPI green strategy has formed an evolutionary law of gradual expansion and deepening both in structure and connotation. The first GS stage focuses on the front end: raw material oriented strategy. The second GS stage focuses on the terminal: pollution treatment strategy. The third GS stage focuses on the reverse (resources recycling): circular strategy. The fourth GS stage focuses on the bidirection (whole papermaking process and reverse loop): "circular +" strategy. The future GS stage will focus on the global of a self-organizing system in which resources-chain, eco-chain and value-chain promote each other: forestry-paper hypercycle strategy. Finally, a multidimensional evolution model and its evolution characteristics of CFPI green strategy are extracted from the above results.

Keywords: forestry-paper industry; green strategy; forest-paper integration; pollution treatment; circular economy; dual carbon goals; hypercycle economy

造纸工业具有能源和资源消耗高、污染物和二氧化碳排放量大等特点。根据2021年《中国环境统计年报》统计,在废水排放方面,42个工业行业中造纸业的化学需氧量排放量占比14.0%,排名第二;氨氮排放量占比9.1%,排名第三;在碳排放方面,目前仅次于电力、石化、化工、建材、钢铁、有色金属冶炼等高耗能行业,是被首批纳入全国碳排放权交易市场的重点行业之一。因此造纸工业的绿色发展受到广泛关注和高度重视,其中以木材纤维为原料的林业造纸业更是该行业绿色发展的重中之重。采用木材原料是当今造纸业原料结构优化的方向,无论从纸产品质量、企业规模,还是从现代化水平、污染处理技术等方面看,林业造纸都比草类等纤维造纸具有突出的优势。中国造纸业木浆消费量占比从2017年的13.21%逐年增长,到2022年已达到38.00%(其中国产木浆占18.00%)。但是森林资源的稀缺性、林木生长的缓慢性及其对生态安全的重要性等都给林业造纸有较大的限制,也对林业造纸的绿色化提出了更高的要求。林业造纸业是一个涉及多行业和多部门的林业造纸系统,包含作为核心组织的林业造纸企业(即以木材、木浆、木浆废纸等为原料的制浆造纸企业)、上游的营林组织和原料市场、下游的浆纸产品流通业和消费部门、横向的相关产业等产业链和供应链单元。因此,林业造纸系统的绿色战略(简称林业造纸绿色战略)的影响力已经超出了造纸业的范畴,对整个生态经济系统的健康发展具有重要的作用。

关于中国绿色战略(green strategy, GS)的已有研究大多数是不分行业的,而少数具有行业背景的

绿色战略研究主要分布在高分子行业^[1]、农业^[2]、旅游业^[3]、钢铁业^[4]、能源业^[5]、采矿业^[6]等,目前专门针对造纸业的绿色战略研究尚鲜见报道。比较接近林业造纸的相关研究是关于可再生资源企业的绿色战略研究^[7-8]。这些针对一般的和特定行业的绿色战略研究,在绿色战略的概念界定、驱动因素、影响机制、类型体系、演进过程、绩效评价等方面进行了较为深入的探讨。基于已有相关研究,笔者进一步探究中国林业造纸绿色战略的演进规律和趋势,以期描绘中国绿色造纸战略蓝图,为林业造纸企业及其供应链制定自身的绿色发展战略提供科学依据。

1 中国林业造纸绿色战略的发展历程回顾

1.1 样本选择与数据来源

中国林业造纸的绿色行动起步很早,相关信息量十分庞大,资料收集的难度很大,因此需要对研究样本和数据资料进行合理筛选。由于早期绿色行动并没有被企业上升到战略性举措的高度,属于绿色战略的萌芽,因此将资料收集和研究的重点放在各类绿色战略形成之后的企业战略行为。此外,需要筛选出若干绿色战略举措比较突出的林业造纸企业作为研究的样本企业,以便依据这些代表性企业的战略举措确定林业造纸业各类绿色战略的起始点和发展路径。

根据《中国造纸年鉴》和《中国造纸工业年度报告》等资料中的销售收入、员工总数、年生产量等变量对林业造纸企业进行排序,选择排名前20位的企业作为样本企业(表1)。经过对林业造纸

业重要绿色战略行为进行收集和分析,发现这 20 家样本企业具有很好的代表性。然后,在中国知网、各企业官网、相关统计年鉴、造纸业发展纲要和年度报告,以及 EPSDATA 和 CSMAR 数据库等信息源中,对表 1 中的样本企业从 1949 年至今关于绿色战略及其萌芽期行为的相关信息进行全面搜索,同时对部分典型企业进行实地调研;从这些信

息源中提取关于企业绿色战略重要举措的数据资料,经筛选、辨析、提取、整理和汇总后作为本研究的依据。其中,2004 年岳阳林纸更名为“湖南泰格林纸集团有限责任公司”,故本研究中统一称为泰格林纸;宁波中华已于 2021 年 4 月停产退出,故其数据截至 2020 年 12 月 31 日。

表 1 样本企业的主要信息
Table 1 Main information of the sample enterprises

序号 No.	企业 enterprise	销售收入/亿元 sales revenue	员工总数/人 total staff	企业规模 scale	年产量/万 t annual output	主要原料 principal raw material
1	玖龙纸业	960.44	20 000	大型	1 734.00	废纸、木浆
2	太阳纸业	600.20	16 000	大型	712.00	外购和自制木浆
3	山鹰纸业	330.33	15 109	大型	602.13	回收纤维
4	理文造纸	271.00	12159	大型	566.67	废纸、竹浆、木浆
5	晨鸣纸业	980.00	12 000	大型	550.00	松木、桉木、相思木
6	华泰纸业	768.30	12 381	大型	308.09	废纸、杨木片
7	宁波亚浆	101.00	1 680	大型	195.00	废纸、木浆
8	金东纸业	103.33	2 839	大型	183.53	原生木浆
9	世纪阳光	79.80	4 707	大型	171.00	废纸浆、麦草浆、木纤维浆
10	景兴纸业	62.25	2 025	大型	153.75	废纸、木浆
18	恒安纸业	207.90	1 659	大型	149.70	木浆
11	金桂浆纸业	101.11	1 880	大型	133.89	桉木
12	新乡新亚	77.87	3 800	大型	123.39	杨木浆、废纸浆、麦草浆
13	金海浆纸	113.00	3 441	大型	118.78	桉木
14	芬欧汇川	2.55	1 134	中型	104.40	全木浆
15	泰格林纸	78.38	3 766	大型	100.39	木浆
16	河南龙源	34.28	1 320	大型	93.64	国内废纸、木浆
17	宁波中华	25.40	947	中型	67.70	废纸、木浆
18	亚太森博	118.50	2 419	大型	61.00	桉木、相思木、针叶木
19	江河纸业	42.86	4 479	大型	60.00	木浆、废纸浆
20	青山纸业	28.67	3 228	大型	32.39	竹浆、木浆、废纸

注:数据来源为《2022 中国造纸年鉴》等。Data sourced from *China Paper Yearbook 2022*, etc.

1.2 中国林业造纸绿色战略类型分类

企业绿色战略类型及其发展是一个复杂而漫长的过程,这方面的研究始于 20 世纪 90 年代。在早期的研究中,由于绿色战略类型尚不完善,绿色战略类型的发展或演进过程被分为以下几个阶段:末端的污染治理、前端的污染预防、中段的产品监控、总体的可持续发展^[9]。这一发展顺序总体比较合理,但最后一个阶段“总体可持续发展”绿色战略比较笼统,战略内涵不清晰,而且还缺少了闭环或循环绿色战略等重要的战略类型。之后,研究者将这一发展过程修正为:污染防治(含前端污染预防和末端污染治理)、中段的清洁生产和产品监控、总体的清洁技术等阶段^[10-11]。在这一战略发展路径中,增加了清洁生产等新的内涵,但这种发展阶段的划分也还存在一些缺陷:将末端和前端战略进行合并,反而掩盖了先有末端治理,后有污染

预防的事实;清洁生产其实也是一种污染预防的措施,也被称为污染预防措施,它不仅属于“中段”,还包含“前端”的预防;清洁技术含义太广,其实也包含了污染防治、清洁生产等过程所采用的技术;此外也没有考虑循环绿色战略。进入 21 世纪后,随着绿色战略类型的完善和实践案例的丰富,对其发展过程的认知也逐步清晰起来。综合相关的研究成果,尤其是可再生企业绿色战略方面的研究成果^[7-8],一般认为绿色战略的演进过程为:末端治理绿色战略、循环绿色战略、“循环+”绿色战略(即增加了清洁生产、低碳运行和资源共享等战略内容),以及作为未来趋势的超循环绿色战略。

在绿色战略理论和已有研究成果的指导下,根据上述样本企业的数据资料,对林业造纸绿色战略内涵和战略类型进行系统分析发现,林业造纸绿色战略类型与一般绿色战略类型基本吻合,但也存在

一些特殊性。例如,以原料导向的林纸一体化战略是林业造纸企业所特有的,制浆造纸生产过程中的资源和能源循环也存在一些具体的特点。将相关研究成果和林业造纸的特殊性相结合,林业造纸绿色战略可以从 3 个层次进行分类。

第 1 层可以分为开环绿色战略和闭环绿色战略两大类型。其中,开环绿色战略只考虑造纸业从原料获取、制浆、造纸,到营销、使用、污染处理等正向流程所构成的开环系统的绿色战略措施;闭环绿色战略则要考虑包含各类正向和逆向流程所构成的闭环系统的绿色战略措施。

第 2 层分类中,开环绿色战略包含原料导向的林纸一体化和末端治理两类绿色战略;闭环绿色战略包含循环绿色战略和“循环+”绿色战略两类。其中,原料导向的林纸一体化绿色战略是一种为解决木材原料供应紧缺而采取的朝上游营林业扩张的后向一体化战略,对降低自然资源消耗起到积极作用;末端治理绿色战略是一种对造纸业废弃物进行处理,以降低环境污染的战略举措;循环绿色战略旨在对造纸业废弃物进行循环利用,以便降低资源消耗、污染物处理量和排放量等;“循环+”绿色战略在强化上述污废物逆向循环利用的基础上,通

过清洁生产和节能低碳等战略举措在造纸业正向全过程进一步降低资源消耗量、污染量和碳排放量等。

除原料导向绿色战略外,各第 2 层绿色战略还存在第 3 层分类:末端治理绿色战略包含对废水、废气、废渣的治理;循环绿色战略包含废水、废气、废渣和废纸的循环利用;“循环+”绿色战略在循环绿色战略的基础上又增加了清洁生产和节能低碳等战略内涵。其中,清洁生产绿色战略是一种利用清洁生产技术,通过改进制浆造纸生产技术、工艺和装备,从生产源头和全过程降低资源消耗和污染物产生量的战略举措;节能低碳、绿色战略将降低碳排放指标纳入绿色战略体系,通过改进能源结构、降低能源消耗和能源循环利用等措施实现造纸业的低碳目标。

1.3 中国林业造纸绿色战略举措的数据分析

在上述 3 层分类框架下,对样本企业的绿色战略举措进行分类汇总,得到中国林业造纸绿色战略重要举措的累计项数(表 2)。虽然受篇幅限制这些战略举措的具体内容在此无法逐一列出,但从各数据序列的变化可以看出中国林业造纸各类绿色战略的演进态势和特征。

表 2 中国林业造纸绿色战略重要举措的累计项数
Table 2 Cumulative number of important actions in green strategy (GS) of Chinese forestry paper industry

年份 year	开环绿色战略 open-loop GS		闭环绿色战略 closed-loop GS	
	原料导向绿色战略 raw material oriented GS	末端治理绿色战略 (废水、废气、废渣) end-of-pipe pollution treatment GS (effluent, flue gas, offscum)	循环绿色战略 (废水、废气、废渣、废纸) circular GS (effluent, flue gas, offscum, waste paper)	“循环+”绿色战略 (清洁生产、节能低碳) “circular +” GS (CP, energy saving and LC)
1960—1979	萌芽期(1960s-)			
1980—1986	1			
1987—1989	5	萌芽期(1960s-,1974-,1970-)		
1990	5	1(1,0,0)		
1991	5	2(2,0,0)		
1992	5	2(2,0,0)		
1993	5	2(2,0,0)		
1994	5	3(3,0,0)	萌芽期(1974-,1986-,1987-,1972-)	
1995	5	6(5,0,1)	4(3,0,1,0)	
1996	6	6(5,0,1)	7(6,0,1,0)	
1997	6	7(6,0,1)	10(9,0,1,0)	
1998	8	7(6,0,1)	10(9,0,1,0)	萌芽期(1986-,1981-)
1999	8	8(7,0,1)	12(11,0,1,0)	1(1,0)
2000	12	9(8,0,1)	12(11,0,1,0)	2(2,0)
2001	14	11(10,0,1)	14(12,0,2,0)	3(3,0)
2002	15	12(11,0,1)	17(13,0,3,1)	4(4,0)
2003	17	18(13,1,4)	26(18,1,5,2)	8(7,1)
2004	18	20(15,1,4)	31(21,1,6,3)	8(7,1)
2005	20	29(17,6,6)	41(22,3,12,4)	8(7,1)

表 2(续)

年份 year	开环绿色战略 open-loop GS		闭环绿色战略 closed-loop GS	
	原料导向绿色战略 raw material oriented GS	末端治理绿色战略 (废水,废气,废渣) end-of-pipe pollution treatment GS (effluent, flue gas, offscum)	循环绿色战略 (废水,废气,废渣,废纸) circular GS (effluent, flue gas, offscum, waste paper)	“循环+”绿色战略 (清洁生产,节能低碳) “circular +” GS (CP, energy saving and LC)
2006	20	31(18,6,7)	51(23,5,18,5)	9(8,1)
2007	21	40(22,8,10)	56(26,6,19,5)	15(11,4)
2008	22	46(24,10,12)	62(30,6,21,5)	21(14,7)
2009	23	59(31,16,12)	71(32,9,23,7)	24(17,7)
2010	24	61(31,17,13)	71(32,9,23,7)	27(18,9)
2011	24	74(37,23,14)	83(38,12,25,8)	30(20,10)
2012	25	83(41,25,17)	90(41,13,27,9)	31(21,10)
2013	25	90(41,32,17)	93(42,15,27,9)	31(21,10)
2014	27	98(42,39,17)	98(45,16,28,9)	33(22,11)
2015	27	101(42,41,18)	101(47,17,28,9)	34(23,11)
2016	27	107(43,46,18)	103(48,17,29,9)	34(23,11)
2017	27	113(44,50,19)	105(48,18,30,9)	35(23,12)
2018	27	123(45,57,21)	108(49,20,30,9)	41(26,15)
2019	27	126(47,58,21)	110(49,20,31,10)	43(28,15)
2020	30	133(49,62,22)	120(55,22,33,10)	43(28,15)
2021	30	133(49,62,22)	120(55,22,33,10)	45(29,16)
2022	31	134(49,62,23)	120(55,22,33,10)	45(29,16)

注:表中数据为相关绿色战略举措的逐年累计项数;()中为绿色战略第 3 层分类举措项数。The data in the table are the number of relevant green strategic projects accumulated year by year. The number of initiatives in the third level classification of GS is indicated in parentheses.

由表 2 可以看出,各层次绿色战略类型在产生之前都有一个较长的萌芽期,即在理论研究和实践行动上都有一些前期的预备过程。具体来说,中国原料导向的林纸一体化绿色战略的萌芽期出现在 20 世纪 60—70 年代,称为单边拓展阶段,包含“林办纸”和“纸办林”等过程^[12];废水治理战略的萌芽期大约始于 20 世纪 60 年代^[13];废气治理战略萌芽期大约始于 1974 年^[14];废渣治理战略萌芽期大约始于 1970 年^[15];废水循环战略萌芽期大约始于 1974 年^[14];废气循环战略萌芽期大约始于 1986 年^[16];废渣循环战略萌芽期大约始于 1987 年^[17];废纸循环战略萌芽期大约始于 1972 年^[18];清洁生产战略萌芽期大约始于 1986 年^[19];节能低碳战略萌芽期大约始于 1981 年^[20]。从战略萌芽期算起,中国林业造纸绿色战略的发展至今已经走过了 60 年历程。

战略萌芽期之后,表 2 中从 1980—2022 年样本企业实施有公开记载的重要绿色战略举措共有 330 项。在第 1 层次战略中,开环和闭环绿色战略举措各有 165 项,前者起步较早。在第 2 层战略中,末端治理绿色战略举措的项数最多(134 项),其次是循环绿色战略(120 项),再次是“循环+”绿色战略(45 项),原料导向绿色战略的最少(31 项)。从战略起点看,原料导向的林纸一体化绿色

战略起步较早,起始于 1980 年。此后出现的绿色战略类型依次是末端治理绿色战略(1990 年起)、循环绿色战略(1995 年起)和“循环+”绿色战略(1999 年起),其中“循环+”绿色战略起步最晚。在第 3 层战略中,各细分战略举措的项数和起步时间各有差异,具体见表 2 括号中的数据。

1.4 中国林业造纸绿色战略的发展路径分析

对表 2 中所列绿色战略举措从战略发展时间和战略内涵的结构变化两个维度进行梳理,可以绘制如图 1 所示的中国林业造纸绿色战略演进的路径图。各类战略的起点时间关系和内涵变化趋势反映了中国林业造纸绿色战略逐步拓展和深化的发展过程。这一过程与一般企业绿色战略的演进规律基本吻合^[8],但也有一些特殊性。例如,一般绿色战略的起步是从末端治理开始的,而林业造纸绿色战略则以原料导向的林纸一体化为先导。此外,一些细分战略类型及其演进过程也是造纸企业特有的。为此,根据表 2 和图 1,以及相关文献的研究成果,从时间和结构两个维度分析中国林业造纸绿色战略的发展路径。需要说明的是,图 1 中虚线框“林纸超循环 GS”属于未来的战略趋势,目前尚处于战略萌芽期。

从战略路径的时间维度看,各层次战略的起点虽不同,但之后的发展并没有终止时间。根据上述

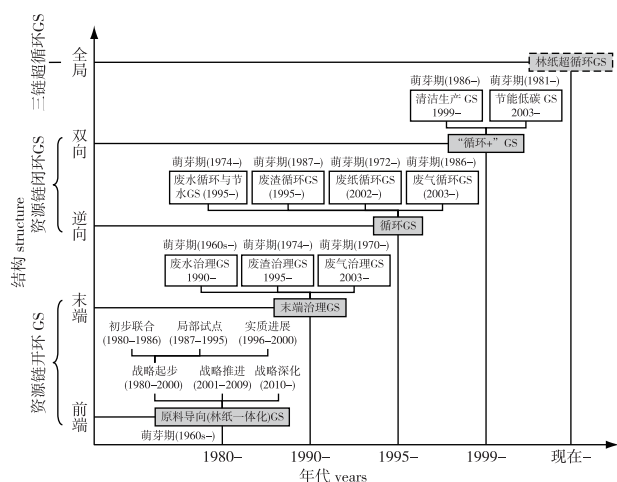


图1 中国林业造纸绿色战略的发展路径

Fig. 1 Development path of Chinese green strategy in forestry-paper industry

各绿色战略的内涵以及企业实践经验可知,后出现的绿色战略并非否定或取代先出现的绿色战略,它们之间的关系是包含、并行、逐步拓展和不断深化的关系,形成了相互交织和持续发展的演进轨迹。在第1层次战略中,开环绿色战略起步早,后期发展也比较快;闭环绿色战略起步较晚,但中后期发展较快;最终两者的战略举措项数基本相同。在第2层次战略中,各战略的起点和最终的累计项数都有明显的差异。原料导向的林纸一体化绿色战略起步最早(1980年起),但由于战略门槛高(如战略投资额巨大、土地资源稀缺等)、管理难度大、战略周期长和战略风险高等原因^[12],其后续项目数的增长速度不高,未来的进一步发展需要注入新的动能(如超循环绿色战略等)。结合相关文献^[12],原料导向绿色战略在时间维上具体可分为战略起步(1980—2000年)、战略推进(2001—2009年)和战略深化(2010年起)3个发展阶段,其中战略起步阶段又分为初步联合、局部试点和实质进展3个小阶段。起步阶段的战略项目较少,推进阶段战略举措增长较快,深化阶段虽然项目数增长有限,但成效显著^[12]。末端治理绿色战略的起步时间位居第2位(1990年起),且发展热度不减,最终成为战略举措项数最多的绿色战略,可以说是造纸业绿色战略的“永恒主题”。循环绿色战略的起步时间位居第3(1995年起),且后期发展速度较快,仅次于末端治理绿色战略,也是林业造纸业备受关注的战略。“循环+”绿色战略起步时间位列第4(1999年起),是林业绿色造纸战略的后起之秀,未来的增长空间较大。在第3层次战略中,各类细分战略

类型的起步时间也有显著的差异。在末端治理绿色战略中,废水治理起步最早,且后续发展较快;废渣治理起步第二,后续增长较缓;废气治理起步虽晚,但后期增长最快,累计项数也最多。在循环绿色战略中,废水和废渣循环战略几乎同时起步,后续发展也最快,其中废水循环更受重视;废纸循环战略萌芽期很早^[21],战略起步时间位列第3,但后期发展比较困难,项目数也最少;废气循环起步排在第4位,总体战略举措项数位列第3。在“循环+”绿色战略中,清洁生产战略比节能低碳战略起步早,而且后期发展势头也更强劲;节能低碳战略起步较晚(战略萌芽期较早,主要侧重节能方面^[21]),且后期战略增长也不大。这意味着中国林业造纸的节能低碳、绿色战略还需进一步推进和深化。

从战略路径的结构维看,林业造纸绿色战略的内涵逐步深化,范围逐步扩大,结构逐步完善。在第1层战略中,绿色战略系统的结构从开环结构到闭环结构,再到未来的超循环结构。在第2层战略中,绿色战略重心和战略范围从林业造纸系统前端原料导向的林纸一体化,拓展到末端的污染治理,然后拓展到逆向的废弃物循环利用,再到双向的“循环+”绿色战略。其中,“循环+”是指在逆向循环的基础上又增加从造纸源头到末端的正向清洁生产和节能低碳结构,以及以资源共享模式等为依托的逆向回路,形成更加完善的循环系统。但是该系统并不包含对原料导向的林纸一体化的升级,即没有把原料导向提升到资源、生态和经济价值共赢导向的生态化森林资源培育层次。因此,可以预计未来的林业造纸绿色战略结构是全局性的超循环系统结构。在第3层战略中,对各类绿色战略在原料、废水、废气、废渣、废纸、生产过程、能源、碳排放、森林生态等方面进一步完善并深化其内涵、范围和结构。

2 中国林业造纸绿色战略的成效与瓶颈分析

从以上对林业造纸绿色战略发展历程的回顾和总结可以看到,通过实施各类绿色战略使得中国绿色造纸得到了长足的发展,取得了良好的经济、资源和生态等综合成效,改变了传统造纸业的高污染和高资源消耗的不良形象。但同时,各类绿色战略在发展进程中还存在着一些亟待解决的问题和需要克服的瓶颈。

2.1 原料导向绿色战略的实施效果与瓶颈分析

通过实施原料导向的林纸一体化绿色战略,造纸业将触角向上游延伸到营林业,把人工林培育环节作为制浆造纸的“第一车间”,不仅在森林资源消耗方面对生态系统维护起到了“减缓重病”^[21]的作用,还在一定程度上增加了自然资源总量,同时缓解了林业造纸企业原料供应不足的问题。但是林纸一体化战略的后续发展也遇到了一些瓶颈:①在资源方面,林木资源的保有量较低。由于资金需求大、林地获取困难等原因,造纸企业自营林地的林木供应量有限,尚未形成包含自营林、供应链交易和市场交易等多层次的原料供应体系^[22];②在生态方面,为了降低成本,人工林的树种单一、林龄单一,而且林木采伐采用皆伐方式,这种营林模式导致森林资源增长不稳定、生态风险增加、生态效益低下等问题;③在经济方面,林纸一体化项目投资巨大,回报较低、投资回报周期较长,而且存在诸多不确定因素,收益风险较大,因而又导致贷款困难等问题。

2.2 末端治理绿色战略的实施效果与瓶颈分析

中国林业造纸实施末端治理绿色战略的主要成效是在制浆造纸环境污染方面对生态系统起到了“减缓重病”的作用,在一定程度上改变了人们对造纸业高污染的印象,有利于林业造纸企业的可持续发展。但是,这是一种初级阶段的绿色战略,仅关注系统的输出端,没有顾及输入端、中间过程和逆向回路,存在明显的绿色发展瓶颈:①在资源方面,该战略没有关注自然资源消耗量大、资源利用率不高、可回用资源大量浪费、资源供应不足等重要问题;②在生态方面,自然资源的大量消耗和浪费,将造成严重的生态环境问题;③在经济方面,木材原料供应不足将影响企业生产,而且资源浪费和污染治理量大等都会造成企业经营成本的上升,影响经济效益。

2.3 循环绿色战略的实施效果与瓶颈分析

循环绿色战略的实施既保留了末端治理绿色战略的优点,同时还部分克服了上述发展瓶颈。这一绿色战略可以实现资源消耗和污染排放的减量化,并通过再循环和再利用过程不仅进一步降低了资源消耗量,而且还降低了废弃物的污染处理量,更好地实现了减量化。因而该战略对生态环境起到了一定的“阻隔病源”作用。此外,由于对资源进行减量化和对废弃物循环利用,因而降低了资源成本和污染处理成本,有助于提高经济效益。尽管这一绿色战略在末端治理战略的基础上有了很大

的改进,但是仍然属于基础性的循环战略,对实现进一步绿色发展还存在一些瓶颈因素:①在资源方面,该绿色战略侧重于生产过程的资源节约和废弃物回收利用,未实现从造纸源头到末端的深度减量化;没有与林纸一体化战略很好衔接,木材资源供应不足问题仍然存在;“禁废令”^[21]实施后国内废纸循环体系尚未健全,废纸的质量和数量难以保障。②在生态方面,只是降低了对生态环境的负向作用,没有正向的促进作用。③在经济方面,废弃物的分类、回收和利用等过程增加了企业的成本。

2.4 “循环+”绿色战略的实施效果与瓶颈分析

“循环+”绿色战略是循环绿色战略的升级版,在资源流的正向和逆向进行深度减量化。从造纸源头改进产品设计,提升生产技术和工艺水平,提高资源利用率;在中间过程采用先进的生产设备,加强资源消耗、能源消耗、废弃物产生和碳排放等管理与控制;在逆向过程,提高可利用废弃物拆解、筛选和分类水平,并通过资源共享平台和物流技术建立多渠道废弃物回收和逆向物流体系;在末端提升不可用污染物的处理效率。这些措施在制浆造纸全程进一步减少了对自然资源的消耗、对生态环境的污染以及二氧化碳的释放,进而对生态环境起到了更加有效的“强隔病源”的作用。同时,深度减量化还从多方面起到了进一步降低成本的作用。但是,“循环+”绿色战略也存在进一步发展的瓶颈因素:①在资源方面,循环绿色战略的资源供应困难依然存在。②在生态方面,虽然实施了低碳战略,但是未实现碳循环,也就是没有和营林固碳形成整体战略;对生态环境仍然停留在减少负向作用阶段,没有采取更为积极主动的正向作用去建设生态环境;未融入全社会生态建设大循环。③在经济方面,“循环+”绿色战略对设备、技术和人才等提出了更高的要求,必将增加企业的经济负担。

3 中国林业造纸绿色战略展望——克服瓶颈的超循环战略

根据以上分析,以及关于可再生资源企业绿色战略演进规律的相关研究^[8],要克服中国林业造纸绿色战略的发展瓶颈,就需要制定和实施林业造纸超循环绿色战略。这是一种面向生态文明和有助于实现双碳目标的更高层次的绿色战略,尤其适合林业造纸企业及其相关联的产业链供应链系统的绿色发展。

3.1 超循环绿色战略目标与原则

林业造纸循环绿色战略不仅要使企业的经营活

动对自然环境的负面影响降到最低,还要通过更加积极主动的行为去培育森林资源、改善生态环境,实现经济利益和生态效益的双赢。具体来说这一绿色战略有3项目标:资源增长、生态改善和价值提升。

为实现这些战略目标,对循环绿色战略的减量化(reduction)、再循环(recycle)、再利用(reuse)的3R原则进行升级,增加再培育(recultivation)和再配置(reallocation)原则,形成5R超循环战略原则。首先,将原先的资源消耗减量化原则提升为资源、能源、排污、排碳的减量化;其二,将再循环和再利用原则提升为资源流(含能源)、生态流(含碳流)和价值流(含无形价值)的再循环和再利用原则,即形成三链超循环结构;其三,再培育原则不是指一般林纸一体化的森林资源培育,而是要以生态化方式营造近自然人工林,采伐方式也要从皆伐转变为择伐或间伐,使得人工林持续地发挥最大生态效益和固碳能力;其四,再配置原则包括生态链的再配置和价值链的再配置,前者通过生态政策、绿色战略、绿色管理措施、绿色舆论导向等方式对林业造纸超循环系统施加生态作用力,后者通过企业和供应链各环节的资金分配、内部和外部投资、市场交易、碳交易、排污权交易、有形和无形价值回馈等

方式实现资金的合理再分配。其中,无形价值包含企业绿色竞争力和绿色形象的提升价值,生态环境改善对经济运行和生活品质的提升价值等。

3.2 超循环绿色战略方案与原理

林业造纸超循环绿色战略是沿着上述原料导向的林纸一体化绿色战略、末端治理绿色战略、循环绿色战略、“循环+”绿色战略演进趋势必然形成的更高层次的绿色战略,它集成了之前绿色战略的优点,并通过三链超循环系统结构克服其缺陷。根据林业经济的系统观和林业超循环经济系统的自组织机制^[8, 23],可以构建林业造纸超循环绿色战略的演进机理模型(图2)。该模型不仅展示出林业造纸超循环绿色战略方案的系统原理,还动态地体现了绿色战略系统结构的演进过程。

从图2的战略演进系统结构可见,“从摇篮到产品”的粗放战略的主要问题是:资源消耗量大,原料供应无保障;将污染物和废弃产品直接排放到大自然中,造成严重的环境污染;“从孕育到产品”的原料导向绿色战略(林纸一体化战略)向上游拓展到造纸人工林的培育,缓解了原料供给问题,但是污废物直接排放和人工林生态效益低下的问题没有解决;“从摇篮到坟墓”的末端治理绿色战略

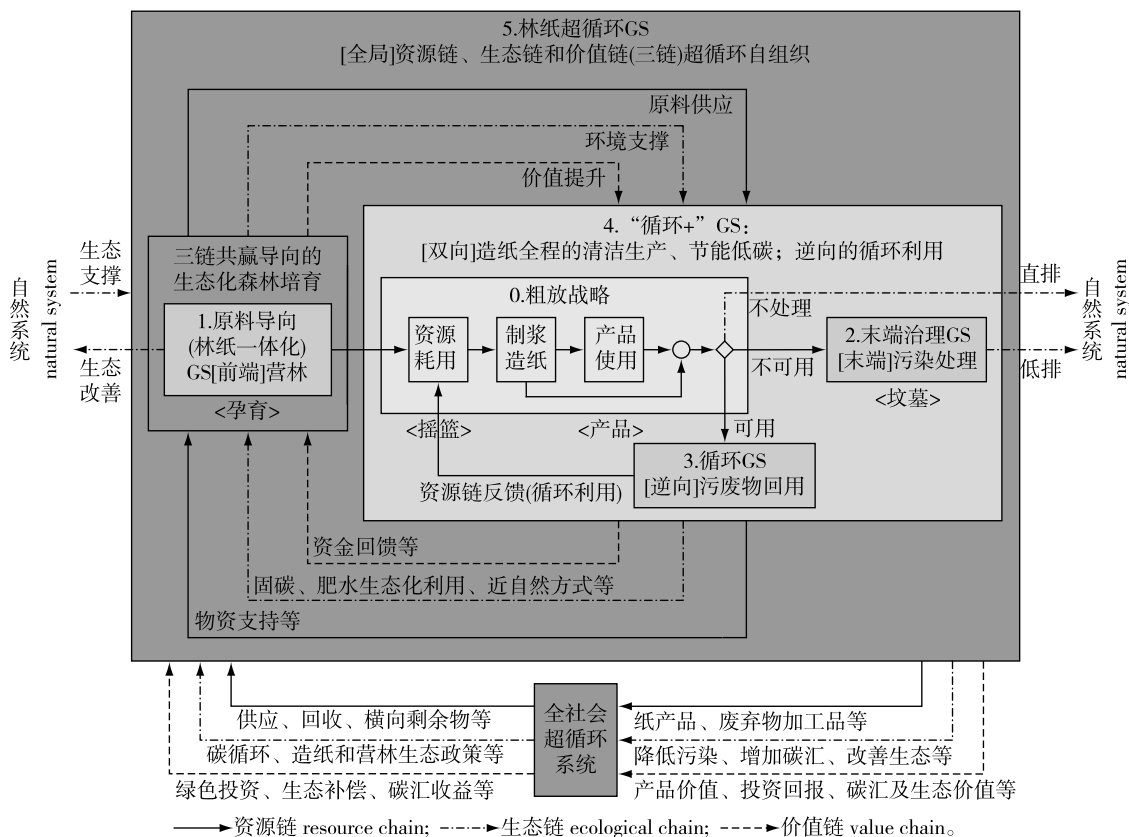


图2 林业造纸超循环绿色战略的演进机理模型

Fig. 2 Evolution mechanism model of hypercycle green strategy in forestry-paper industry

对污废物进行处理后再向下游排放,缓解了环境污染问题,但资源消耗量大的问题没有解决;“从摇篮到摇篮”的循环和“循环+”绿色战略通过资源的循环利用不仅降低了资源消耗,还降低了污废物的处理量,实现了低排放,但是未涉及上游资源培育的问题;而“从孕育到孕育”的超循环绿色战略不仅覆盖了以上绿色战略的所有功能,而且构建了资源链、生态链和价值链三链相互促进的超循环自组织机制,有助于进一步提升造纸业的绿色竞争力,实现资源增长、生态改善和价值提升的综合效果。

在资源链超循环方面,通过资源链拓展,将纵向和横向的资源流纳入绿色战略体系之中,为造纸业的可持续发展奠定坚实的物质基础和生物学基础。首先,不仅在制浆造纸过程进行资源循环利用,而且向资源培育过程提供资源反馈,支持森林资源生长;其次,不仅向上游森林资源生态化培育和下游绿色营销和贸易方向拓展,还可以向横向的相关行业拓展,与全社会超循环系统进行融合,例如利用木材加工业和家具业等木材剩余物造纸,进而形成网络化的绿色供应链系统;再次,构建多层次原料供应体系,即以自营林为后盾、供应链内部交易为主体、市场交易为补充等。

在生态链超循环方面,通过生态链拓展,将自然系统和全社会的生态支持因素纳入绿色战略体系之中,把上述资源链超循环联系形成多个更大的超循环,为林业造纸绿色发展提供有力的生态支撑,对生态系统起到“治病健体”的作用。首先,对森林资源培育实行近自然营林方式,提升人工林的生态效益;第二,对废弃物进行生态化处理,并反馈至营林环节进行生态化利用;第三,人工林的生态化培育强化了森林的固碳作用,构成下游各环节和外部系统向森林系统的碳循环回路;第四,超循环系统的生态效应增进自然系统的健康发展,同时自然系统也向超循环系统反馈生态支撑;第五,林业造纸超循环系统融入全社会生态文明建设体系,成为重要的促进因素,同时全社会也会通过生态政策、生态舆论和环保压力等推动超循环系统的良性运行。

在价值链超循环方面,通过价值链拓展,将林业造纸系统内部和外部的价值配置、转移和交易等机制引入绿色战略体系之中,把上述资源链和生态链超循环联系成一个更高层次的超循环系统,为整体超循环系统的良性运行和自组织共生发展提供有力的价值驱动,进而实现资源、生态和价值的三赢。首先,构建价值前馈机制,对造纸污染物和废弃物的分类、回收和处理等过程提供资金支持;第

二,构建价值反馈机制,对生态化森林资源培育给予资金扶持;第三,对制浆造纸过程的清洁生产、节能低碳、资源循环利用等进行资金投入,既降低资源消耗、节约成本,又有利于环境保护;第四,企业绿色形象和绿色竞争力的提升使企业获得更多和更持久的经济收益,进而提升企业的综合价值;第五,构建和利用价值交易和价值转移机制,形成有效的经济驱动力和资金保障。通过供应链内部交易、市场交易、碳汇和碳排交易、排污权交易等驱动超循环系统的有效运行,通过经济价值和生态价值的有效回馈吸引外部资本投入,此外利用生态补偿机制和政府扶持政策等获得更多的资金来源。

3.3 超循环绿色战略风险与应对

中国林业造纸的林纸一体化绿色战略经过长期的发展,与其他绿色战略相互融合,已显现出向林业造纸超循环绿色战略演进的态势,而且已产生了新战略的雏形。根据对绿色战略现状和超循环战略原理的综合分析,可以预见未来林业造纸超循环绿色战略具有良好的发展前景,但同时也存在多种风险:①在资源方面,由于营林和制浆造纸2种生产过程分别属于第一和第二产业,经营和管理方式的差异较大,将增加林业绿色供应链成员之间的协作难度,增加供应量管控的风险;“禁废令”实施后,国外废纸进口渠道被阻断,而在国内建立高质量和高效率废纸回收体系难度较大。②在生态方面,近自然营林成本高,对营林设备要求高,生态效益和经济效益的矛盾将进一步凸显出来。③在经济方面,受传统经营思想阻碍,在整体供应量上对营林环节实行价值反馈,并在污废物分类、处理、回收等环节实行价值前馈等难度较大,必将影响林业造纸超循环系统的整体运行,减弱价值链对资源链和生态链的驱动作用,进而反过来影响资源链和生态链对价值链的支持和支撑作用。

对于这些风险因素,中国林业造纸业应采取以下积极的应对措施进行防控:①拓展经营管理的视域,从供应链整体考虑问题,加强各环节、各成员之间的协调和协作,综合考虑供应链整体目标和各成员的局部利益^[24]。运用绿色供应链管理理论和方法,科学管控风险,并通过多种激励手段调动供应链全体成员的积极性。②建立和健全可用于造纸的各类废弃物的外部回收系统,包括与木材加工企业联合收集木材加工剩余物;健全国内废纸回收系统;构建废弃物回收的质量管控和保障体系。③增强企业社会和环境责任,树立长远绿色竞争意识,争做近自然人工林培育的行业先行者,努力提高经

济活动对生态环境的正向促进作用,实现经济收益和生态效益的双赢。④树立新型的绿色发展观,完善三链相互催化、互利共生的超循环自组织机制,充分发挥价值链对资源链和生态链的促进作用,并努力促进反向的支撑作用。⑤关注并响应外部社会、外部自然环境的变化,将生态文明建设和“双碳”目标的要求作为林业造纸绿色发展的动力,融合和调动各种外部力量,吸纳外部的资金投入,将超循环战略与全社会的绿色发展融为一体,为抑制

全球气候变暖贡献中国林业造纸的力量。

4 中国林业造纸绿色战略的全路径演进规律

4.1 中国林业造纸绿色战略的多维演进模型构建
综合以上分析结果,可以归纳出中国林业造纸绿色战略发展历程和趋势的全路径演进规律,如表 3 所示。

表 3 中国林业造纸绿色战略的多维演进模型
Table 3 Multidimensional evolution model of Chinese green strategy (GS) in forestry-paper industry

战略维度 strategic dimension			开环 GS(资源链) open-loop GS (resources chain)		闭环 GS(资源链) closed-loop GS (resources chain)		超循环 GS(三链) hypercycle GS(3 chains) (当前—) (present—)
			原料导向 GS GS for raw material (1980—)	末端治理 GS terminal treatment GS (1990—)	循环 GS circular GS (1995—)	“循环+”GS “circular +” GS (1999—)	
战略背景 strategic context		产量和效益低	木材原料供应不足	外部环保压力增大	资源消耗、浪费、治污量大,成本高	技术落后,制约资/能/污/碳减量化	生态文明和双碳对造纸绿色发展提出更高要求
战略要求 strategic objects	目标	增值	增值(通过保障原料供应)	1.增值 2.降污	1.增值(通过降低资源消耗和治污成本) 2.降耗(生产-逆向) 3.降污(治、排量)	1.增值(+造纸全程降低消耗和污染物) 2.降耗(正向-逆向) 3.减排(降污、低碳)	1.资源增长 2.生态改善 3.价值提升
	原则	无约束	增资源	降排污	3R 原则:资源的减量化、再循环、再利用	3R ⁺ 原则:资/能/污/碳减量化;资/能再循环和再利用	5R 原则:3R ⁺ ;三链(含碳)超循环;生态化再培育;价值等再配置
战略方案 strategic program	结构拓展	简单线性:高消耗-高排放	前端拓展:营林	末端拓展:治污	逆向拓展:正向(生产节约)-逆向回用	双向拓展:正向(造纸全程降耗/污/碳)-逆向(+共享等)	全局拓展:营林-强正向-强逆向(+碳循环等)-横向;三链超循环
	结构环路	开环:从摇篮到产品	开环:从孕育到产品	开环:从摇篮到坟墓	闭环:初步从摇篮到摇篮	闭环:深化从摇篮到摇篮	超循环:从孕育到孕育
	核心变量	产量、利润	+原料持续供应量	+排污量	+资源节约量、回用量	+资源消耗量、污染发生量、碳排放量	+资源净增长量、碳循环量、产业与生态共生度
	绿色举措	无举措,污废物直排	原料林基地建设	废水、废气、废渣治理	废弃物循环利用和资源节约	清洁生产、节能低碳	构建资源链、生态链、价值链超循环机制
	科技支撑	制浆造纸技术	营林技术	污染处理技术	循环经济理论、循环利用技术	+清洁生产、节能、低碳、共享等	+绿色共生型供应链、超循环经济、碳循环等
战略优势(⊕)与障碍(⊖) strategic advantages and obstacles (⊕)(⊖)	资源	⊖资源滥用 ⊖原料无保障	④通过营林弥补资源高消耗 ⊖资源保有量低	⊖资源大量消耗和浪费,供应不足	④3R 相互促进,降低资源消耗量、污染处理量和排放量 ⊖局部弱减量化 ⊖资源供应不足	④造纸全程降低资源和能源消耗、污染和碳排放产生量 ⊖资源供应仍困难	④奠定资源基础,完善资源培育和供应体系 ⊖营林和造纸差异大,管控风险大 ⊖废纸回用难度大
	生态	⊖污染严重	④森林增长 ⊖人工纯林和皆伐等导致生态效益低	④缓解污染 ⊖资源高消耗造成生态问题	④降低污染和资源消耗 ⊖无正向生态贡献	④造纸全程生态化 ⊖未实现碳循环 ⊖无正向生态贡献 ⊖未融入社会循环	④强化生态支撑 ④融入全社会生态文明建设体系 ⊖近自然营林成本高
	经济	⊖效率低下	④提供原料 ⊖投资风险大,回报低,贷款难	④资源限制生产,资源浪费和污染治理导致成本上升	④降低资源成本和治污成本 ⊖污废物回用等增加成本	④进一步节约成本 ⊖对设备、技术、人才等要求提高	④构建价值驱动机制,资源、生态、价值三赢 ⊖价值前馈和反馈受传统经营思想阻碍
	综合	生态强害,“病情恶化”	(资源)生态弱害,“减缓重病”	(污染)生态弱害,“减缓重病”	生态弱害,“阻隔病源”	浅绿共生,“强隔病源”	深绿共生,“治病健体”

表 3(续)

战略维度 strategic dimension	粗放战略 (非绿色) extensive GS (non-green) (-1979)	开环 GS(资源链) open-loop GS (resources chain)		闭环 GS(资源链) closed-loop GS (resources chain)		超循环 GS(三链) hypercycle GS(3 chains) (当前-) (present-)
		原料导向 GS GS for raw material(1980-)	末端治理 GS terminal treatment GS(1990-)	循环 GS circular GS (1995-)	“循环+”GS “circular +” GS (1999-)	
战略应对 strategic response	实施绿色战略	向超循环绿色 战略转型	向循环绿色 战略转型	1.实施“循环+”战略, 从源头抑制污废,提高 利用率 2.实施超循环战略,营 林纳入循环		1.设备、人才和技术等 需长远规划,分步实施 2.实施超循环绿色 战略 1.全供应链管控 2.废弃物外部回收 3.长远绿色竞争意识 4.超循环自组织机制 5.融合和调动外部力量

表 3 从战略背景、战略要求(含战略目标和战略原则)、战略方案(含战略系统的结构拓展、结构环路、核心变量、绿色举措和科技支撑)、战略优势和障碍(含资源、生态和经济的优势和障碍,以及综合效果)、战略风险的应对策略等多个维度构建了中国林业造纸绿色战略的多维演进模型,全面刻画了绿色战略演进的脉络、特征和未来趋势等。

在表 3 的多维模型中,除粗放战略不属于绿色战略,且存在战略终止期外,其余各类战略均为绿色战略,起始时间有差异,但没有终止时间。各绿色战略不断演进和逐步深化,并融入相关的后续绿色战略之中,最终在未来的超循环绿色战略中得到进一步发展和完善。各战略的产生都与当时的战略背景环境有关,随着环境变化绿色战略的目标和原则要求逐步增加、完善和深化。为此,战略方案不断完善:战略系统的结构从单向到双向,再到全局网络化和社会化;绿色链条从资源链逐步拓展,到资源链、生态链和价值链的相互促进;所关注的核心变量、绿色举措和科技支撑都在逐步拓展和提升。随着战略方案的演进,战略优势不断扩大,并且逐步克服前期战略障碍;综合战略效果从生态强害和生态“病情恶化”,发展到“生态弱害”和“减缓重病”“阻隔病源”,再到产业与生态的浅绿共生(产业偏利共生)和“强阻病源”,最终实现产业与生态的深绿共生(互利共生)并达到“治病健体”的效果^[25]。各类绿色战略在逐步完善,尽管林业造纸超循环战略是未来的高层次绿色战略,但各类战略在今后的发展和实施中也都存在一些可预见的障碍因素,对此,在表 3 中分别给出了战略性的应对策略。

4.2 中国林业造纸绿色战略演进的特征分析

从表 3 的多维演进模型中可以看出,中国林业造纸绿色战略的发展具有多种特征。其中,最为显著的特征可以归纳为以下 3 点。

4.2.1 战略要求随着战略背景的变化而提升

从战略背景看,粗放战略面临的是经济效益问题,原料导向绿色战略面临的是木材原料供应的问题,此后生态环境保护压力逐步增强。当前所面临的环境压力是:生态文明和“双碳”目标对林业造纸的绿色发展提出了更高的要求,因此林业造纸绿色供应链的整体发展、人工林培育的生态化、循环系统的广度和深度拓展、经济和生态效益的进一步提升将成为今后绿色战略需要解决的主要问题。于是,绿色战略目标从仅考虑经济增值,逐步向增加原料供应、降污、降耗、低碳、自然资源增长和生态改善等方面拓展。为实现多目标绿色发展,绿色战略原则也发生了质的演进,从无约束、增资源、减排放,演变为 3R 和 3R⁺原则,直至 5R 原则。

4.2.2 多种战略类型交织演进、逐步升级

为了满足日益提高的绿色战略要求,中国林业造纸绿色战略呈现出多种战略类型交织演进和逐步升级的特征和态势。

在战略系统结构方面,总体的演进规律是从开环到闭环,再到超循环:“从摇篮到产品”的简单线性结构、“从孕育到产品”的前端拓展结构、“从摇篮到坟墓”的末端拓展结构、初步“从摇篮到摇篮”的逆向拓展结构、深化“从摇篮到摇篮”的双向拓展结构、“从孕育到孕育”的三链超循环全局拓展结构。随着结构的升级,其核心战略变量从经济变量拓展到资源变量,再拓展到环境变量,最终拓展到资源、环境、生态、经济的综合变量。

在绿色战略举措方面,为克服粗放战略资源大肆消耗和污废物直接排放等弊端,各类绿色战略分别采取了多种具体的战略性举措^[21]。原料导向的林纸一体化绿色战略通过原料林基地建设,实现了后向一体化,增加了森林资源数量。林业造纸末端治理绿色战略对废水采取了过滤、气浮、厌氧、好氧、芬顿、多级处理等治理措施;对废气采取了脱

硫、脱硝、除尘、除臭等治理措施;对废渣采取了脱水、焚烧等治理措施。循环绿色战略针对废水采取了中段水回用、白水回用、碱回收、城市污水等废水的回收等循环利用措施,同时还采取了多种节约用水的措施;对废气采取了臭气循环、烟气循环、沼气发电、沼气制清洁能源等循环利用措施;对废渣采取了焚烧发电,制作或辅助制作脱硫剂、水泥、建材、肥料、碳酸钙、纸板等循环利用措施;对废纸采取了建立废纸回收站,建立先进的废纸浆生产线等循环利用措施。“循环+”绿色战略通过采用先进的产品设计方案、先进的生产技术和设备、先进的加工工艺和管控手段等对制浆造纸全过程进行清洁生产,降低了资源和能源消耗、污染产生量和碳排放量;通过采用节能低碳技术和淘汰落后产能等措施,取得了节电、节煤、节油、节汽、低碳等收效。林业造纸超循环绿色战略将通过资源链超循环拓展、生态链超循环拓展和价值链超循环拓展可以构建超循环自组织系统,既融合了上述绿色战略的优点,又能够实现经济利益和生态效益的良性互动。

此外,这些绿色战略的演进得到了相关理论和技术的支撑,包括从最基础的制浆造纸技术逐步拓展到营林技术、污染处理技术、循环经济理论、循环利用技术、清洁生产技术、节能技术、低碳经济理论、资源共享技术等,直至绿色共生型供应链^[22]、超循环经济^[26]、碳循环等理论与技术。

4.2.3 战略优势与障碍并存

以上绿色战略的演进过程不断扩大了林业造纸绿色发展的优势,但同时每一种战略都存在一定的障碍,即发展瓶颈或潜在风险,都需要采取克服瓶颈问题的相应措施和抵御风险的防控策略。因此,中国林业造纸绿色战略的演进是一个不断提升企业、产业链和供应链绿色战略优势,以及不断克服绿色发展障碍,不断防范绿色发展风险的过程。即使实施更高层次的林业造纸超循环绿色战略,也会呈现优势与风险并存的格局,同样需要做好风险防控的预案和准备,这样才能使中国林业造纸的绿色发展不断完善,以实现经济效益和生态效益的双赢。

5 结 语

通过对中国林业造纸绿色战略演进路径及其未来趋势的全路径分析,不仅将关于绿色战略类型演进的理论认知具象化,从中还发现了它与理论规律的差异;在深化一般理论认知的基础上,提出了一些新的战略类型、演进规律和演进模型。其中,

原料导向的林纸一体化绿色战略是其他行业所不具有的新型绿色战略,该战略不仅起步很早,而且还是未来林纸超循环绿色战略的雏形。从原料导向绿色战略到末端治理绿色战略,从循环绿色战略到“循环+”绿色战略,再到林纸超循环绿色战略,这一绿色发展路径更新了一般绿色战略的演进规律。因此,本研究成果对于进一步探索其他具体行业及企业、可再生资源型企业 and 一般性企业的绿色战略类型及其演进过程,以及完善绿色战略理论都具有重要的借鉴作用。在实践层面,本研究成果不仅能为林业造纸企业和其他类似企业根据自身的绿色发展历程和现状,选择未来的绿色战略之路时,提供多种可供选择的备选方案和有效的参考依据,还有助于各级各类相关管理部门在制定和推行企业、行业、产业链、供应链、地区乃至国家绿色发展战略决策和相关政策时提供有力的支撑。

基于此,未来进一步的研究方向至少有2个方面:其一,在林业造纸绿色战略演进历程的研究方面,可以构建战略效果评价指标体系及其评价模型,以便更加科学地描绘各类绿色战略的演进路径;其二,从造纸业绿色战略类型及其演进历程的特殊性中提炼出普遍性的规律,从而完善一般绿色战略的理论体系。

参考文献(reference):

- [1] 汪朝阳. 高分子材料合成与应用中的绿色战略[J]. 化工时刊, 2002, 16(4): 7-10. WANG Z Y. The green strategy for the synthesis of polymer material and their applications [J]. Chemical Industry Times, 2002, 16(4): 7-10. DOI: 10.3969/j.issn.1002-154X.2002.04.002.
- [2] 赵培宝, 任爱芝. 发展生态农业、规范基地建设: 论我国实施“绿色”战略的现状与策略[J]. 聊城师院学报(自然科学版), 2002, 15(1): 68-71. ZHAO P B, REN AZ. Developing eco-agriculture and standardizing base construction-the present situation and facties implemented green strategy in China [J]. Journal of Liaocheng Teachers University, 2002, 15(1): 68-71. DOI: 10.3969/j.issn.1672-6634.2002.01.024.
- [3] 苏甦. 武汉市旅游业发展的绿色战略研究[J]. 林业调查规划, 2003, 28(1): 81-83, 88. SU S. Study of “green strategy” of tourism development of Wuhan City [J]. Forest Inventory and Planning, 2003, 28(1): 81-83, 88. DOI: 10.3969/j.issn.1671-3168.2003.01.020.
- [4] 李晓波. 实施绿色战略建设绿色太钢: 太钢实施绿色发展战略的认识和实践[J]. 中国钢铁业, 2008(7): 6-8. LI X B. Implementing green strategy and building green Taigang: understanding and practice of implementing green development strategy in Taigang [J]. China Steel, 2008(7): 6-8. DOI: 10.3969/j.issn.1672-5115.2008.07.003.
- [5] 李晓西, 郑艳婷, 蔡宁. 能源绿色战略的国际比较与借鉴[J]. 国家行政学院学报, 2012(6): 23-29. LI X X, ZHENG Y T, CAI N. International comparison and reference of energy green strategy

- [J]. J Chin Acad Gov, 2012(6): 23-29. DOI: 10.14063/j.cnki.1008-9314.2012.06.001.
- [6] 严良,李姣宇,谢雄标.资源型企业绿色战略形成过程研究:基于湖北兴发集团的案例[J].科技进步与对策,2014,31(10): 95-100. YAN L, LI J Y, XIE X B. Study on the formation process of green strategy of resource-based enterprises: based on the case of Hubei Xingfa Group [J]. Science & Technology Progress and Policy, 2014, 31 (10): 95 - 100. DOI: 10.6049/kjbydc.2013080392.
- [7] 张智光.可再生资源型企业的绿色特征与绿色战略类型体系研究:以林业企业为例[J].南京林业大学学报(自然科学版),2020,44(6): 1-8. ZHANG Z G. Researches on green features and category architecture of green strategies of renewable-resource-based enterprises: a case study of forestry enterprise [J]. Journal of Nanjing Forestry University (Natural Sciences Edition), 2020, 44 (6): 1 - 8. DOI: 10.3969/j.issn.1000-2006.202008024.
- [8] 张智光.可再生资源型企业绿色战略的演进规律研究:以林业企业为例[J].南京林业大学学报(自然科学版),2021,45(6): 1-11. ZHANG Z G. Researches on evolution rules of green strategies of renewable-resource-based enterprises: a case study of forestry enterprise [J]. Journal of Nanjing Forestry University (Natural Sciences Edition), 2021, 45 (6): 1 - 11. DOI: 10.12302/j.issn.1000-2006.202108021.
- [9] HART S L. A natural-resource-based view of the firm [J]. Academy of Management Review, 1995, 20(4): 986-1014. DOI: 10.5465/amr.1995.9512280033.
- [10] 陈小洋.企业绿色战略[J].生态经济,2002,18(5): 34-37. CHEN X Y. Green strategies for enterprises [J]. Ecological Economy, 2002, 18(5): 34-37. DOI: 10.3969/j.issn.1671-4407.2002.05.008.
- [11] HART S L. Beyond greening: strategies for a sustainable world [J]. Harvard Business Review, 1997, 75(1): 66-76.
- [12] 张智光,杨加猛,谢煜,等.中国林纸一体化进程:实施、研究与政策[J].中国造纸学报,2010,25(3): 64-72. ZHANG Z G, YANG J M, XIE Y, et al. The development process of forestry-paper integration in China: practice, research and policy [J]. Transactions of China Pulp and Paper, 2010, 25(3): 64-72.
- [13] 吴福骞.制浆造纸废水处理技术的发展动向[J].上海造纸,1981,11(3): 1-12, 23. WU F Q. Development trend of pulping and papermaking wastewater treatment technology [J]. Shanghai Paper Making, 1981, 11(3): 1-12, 23.
- [14] 《造纸技术通讯》编辑部.国外造纸工业防治污染的发展趋势[J].造纸技术通讯,1974(1): 45-52. Editorial Department of Paper Technology Newsletter. Development trend of pollution prevention and control in foreign paper industry [J]. Communication of Paper Technology, 1974(1): 45-52.
- [15] 《上海造纸》编辑部.离心沉降在造纸行业中的应用[J].上海造纸,1970(5): 15. Editorial Department of Shanghai Paper Industry. Application of centrifugal sedimentation in papermaking industry [J]. Shanghai Paper Making, 1970(5): 15.
- [16] 杨珂,孙娜娜.华泰集团45年成功之路启示录[N].齐鲁晚报,2021-11-09(2). YANG K, SUN N N. Apocalypse of Huatai Group's 45 years road to success [N]. Qi Lu Evening News, 2021-11-09(2).
- [17] 傅章清.山东潍坊造纸总厂治理“三废”取得好效益[J].纸和造纸,1987,6(1): 36. FU Z Q. Shandong Weifang Paper General Factory has achieved good benefits in treating “Three wastes” [J]. Paper and Paper Making, 1987, 6(1): 36. DOI: 10.13472/j.ppm.1987.01.049.
- [18] 《造纸技术通讯》编辑部.国外废纸回用情况[J].造纸技术通讯,1972(1): 61-64.
- [19] 张珂.西欧制浆与造纸工业中的清洁工艺[J].世界环境,1986(4): 29-31, 25. ZHANG K. Clean technologies of the pulp and paper industry in western Europe [J]. World Environment, 1986(4): 29-31, 25.
- [20] 沈学勋.谈上海造纸工业的节能工作[J].上海造纸,1981,11(1): 1-7. SHEN X X. Talking about the energy-saving work of Shanghai paper industry [J]. Shanghai Paper Making, 1981, 11(1): 1-7.
- [21] 张智光,卑燕.中国造纸业绿色战略的演进历程[J].中国造纸学报,2024,39(1): 1-12. ZHANG Z G, BEI Y. Green strategy evolution course of Chinese paper industry [J]. Transaction of China Pulp and Paper, 2024, 39(1): 1-12.
- [22] 张智光.绿色中国.第2卷,绿色共生型供应链模式[M].北京:中国环境科学出版社,2011. ZHANG Z G. Green China (II): mode of green symbiosis supply chain [M]. Beijing: China Environmental Science Press, 2011.
- [23] 张智光.论林业经济的系统观[J].林业经济问题,2023,43(3): 225-239. ZHANG Z G. On the system view of forestry economy [J]. Issues of Forestry Economics, 2023, 43 (3): 225 - 239. DOI: 10.16832/j.cnki.1005-9709.20230038.
- [24] 张智光.共生与个体理性模式下绿色供应链期望收益的理论分析[J].现代经济探讨,2014(4): 18-22. ZHANG Z G. Theoretical analysis of expected income of green supply chain under the mode of symbiosis and individual rationality [J]. Modern Economic Research, 2014(4): 18-22. DOI: 10.3969/j.issn.1009-2382.2014.04.004.
- [25] 张智光.人类文明与生态安全:共生空间的演化理论[J].中国人口·资源与环境,2013,23(7): 1-8. ZHANG Z G. Evolutionary theory of human civilization and ecological security in symbiotic space [J]. China Population, Resources and Environment, 2013, 23(7): 1-8. DOI: 10.3969/j.issn.1002-2104.2013.07.001.
- [26] 张智光.面向生态文明的超循环经济:理论、模型与实例[J].生态学报,2017,37(13): 4549-4561. ZHANG Z G. Hypercycle economy oriented to an ecological civilization: theory, model, and instance [J]. Acta Ecologica Sinica, 2017, 37 (13): 4549 - 4561. DOI: 10.5846/stxb201602140278.

(责任编辑 郑琰燊)