

2020年“云丰杯”第四届 全国绿色供应链与逆向物流 设计大赛案例

指导单位

中国物流与采购联合会绿色物流分会
中国物流与采购联合会冷链分会
中国运筹学会
全国物流标准化技术委员会逆向物流标准化工作组

主办单位

上海市学位委员会
上海市物流协会
上海市物流学会
上海市运筹学会
上海海洋大学
上海第二工业大学

承办单位

上海海洋大学工程学院
上海第二工业大学经济与管理学院
上海第二工业大学研究生部
上海大学管理学院

冠名赞助单位：

云丰国际物流（上海）有限公司

2020年08月05日

编写说明

本案例仅供本次大赛使用，任何形式的转载均需要经过大赛组委会授权，严禁擅自摘抄使用。

由于企业保密的要求，在本案例中对有关名称、数据等做了必要的掩饰性处理。

本案例只供全国绿色供应链与逆向物流设计大赛的比赛之用，并无意暗示或说明某种管理行为是否有效。

“云丰杯”第四届全国绿色供应链与逆向物流设计大赛案例编写小组

2020年08月

云丰公司背景材料

一、云丰公司的发展历程

云丰国际物流（上海）有限公司创建于 2002 年，是一家专业从事现代化第三方综合物流企业，总部设在上海。公司现有库、仓面积 27 万平方米，专业运作各种货物装卸、运输、进出口项目，可为客户提供多元化物流解决方案及高端货物跟踪服务。

公司建立了庞大的信息采集跟踪、市场开发、集装箱运输、仓储服务等业务机构，为广大客户提供快速、准确、安全、经济、优质的专业物流服务。公司发展历程可以分为四个阶段，具体情况如图 0-1 所示。

🚦 创业起步期（2002—2007 年）：艰难起步，成功创业

公司以 2002 年创立上海云丰物流有限公司为起点，逐步拓展业务，重点立足于通过集装箱运输等方式拓宽业务网络，进而在上海地区扎根。

🚦 业务发展期（2007—2010 年）：业务整拓展，初具规模

公司经过五年发展，为进一步提升公司整体业绩，拓展业务范围，沿港口战略布局，遂于 2007 年投资成立了上海云丰仓储有限公司，投创凌海基地，主要经营搬运、装卸、拼箱、分拣等第三方综合物流业务，从而使得公司业务开始初具规模。

🚦 组织变革期（2010—2016 年）：时不我待，风雨兼程

2010 年，为更好的适应市场、服务客户，实施组织变革，全面推动管理能力提升，公司又投资成立了云丰国际物流（上海）有限公司（上海云丰物流有限公司同期注销），以有利于加强各职能部门的建设和对仓、网业务的系统管控。

2012 年创建民冬基地，开展高平台、高端货物仓储业务，同时车辆增至 60 余台，仓储面积达 2 万余平方。公司与韩国企业合资成立上海极东靖驰国际物流有限公司，公司业务拓展至危险品运输行业。2015 年，收购上海申高集装箱仓储有限公司，创建港城基地并以港城基地为公司总部驻地。同年，公司版图扩张至洋山，投建洋山捷航基地，全公司人员规模达 500 余人。

🚦 竞争领先期（2017 年—）：逆势增长，迎接挑战

虽然整体集装箱市场大环境面临巨大的挑战，但经过前一阶段的优化，公司设立了云丰供应链（上海）有限公司，管理得到提升、业务能力大大加强；公司

的经营规模仍然持续取得突破性增长；云商商学院的成立并能够开始投入运营；初步确立了在上海市场的领先地位。2018年，洋山茂祥库创建，开启定制仓项目，为客户提供高标准仓储服务。同年，成立国内运输部门，承接国内短驳运输业务。2019年，公司创建成立洋山捷通基地，与洋山捷通、茂祥三库联动，开启新篇章。同年，宝山兰岗仓库创建，作为国内货物分拨和配送中心，并与普天太力合作开展华为项目市配业务。

2019年5月，云丰国际（上海）作为可持续发展的实践者，成功被聘任为中国物流与采购联合会绿色物流分会的副会长单位，在绿色可持续发展道路上积极稳妥地迈进了一步。

2020年，随着新冠疫情在全球范围内的蔓延，中国的商业市场受到了重创，特别是物流行业遭受了前所未有的打击，其中港口封闭、船只停航，造成了出口货物大幅度下降，整个行业面临洗牌。随着国外疫情的加剧，医疗物资已经成为紧缺品，在这紧要关头，云丰物流民冬分公司按客户要求将1.2亿个口罩紧急出口法国在短时间内完成。一托托装载着医用口罩的托盘，由公司国内运输部门承运，各部门全流程协同，快速驳运衔接，抢时间拼速度，抵达机场后进行马上进行物资的交接工作。通过公司各部门的加班加点，最终一起努力提前圆满的完成了运输任务。云丰国际始终高度关注全球疫情防控最新情况，公司在做好自己的本职工作之余，协同调用各部门资源和力量，发挥全供应链优势，为全球抗击新冠肺炎做出了贡献。

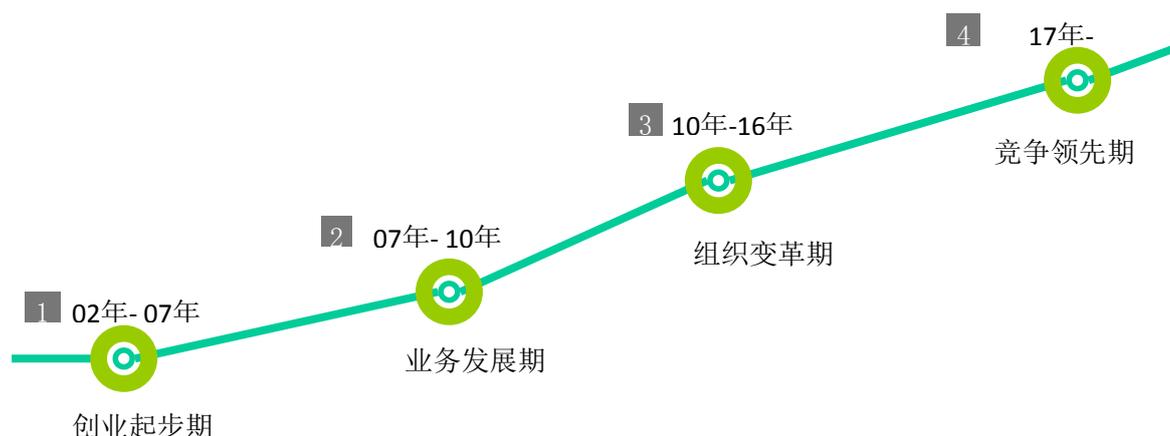


图 0-1 YF 公司发展历程图

公司自成立以来，以“做优港口物流，建造百年云丰”为企业战略愿景，以

追求卓越、追求品质为己任，志在立足物流引领未来。公司运营业务稳步发展，经济效益持续向好。目前，公司已上海民营港口物流行业中组织架构完备、产销总量增长速度快的企业之一。

二、公司组织架构与规模

公司现有员工 800 余名，下辖十余个部门。公司现有库、仓面积 27 万平方米，沿港口布局，在外高桥地区及洋山地区均拥有仓库以及运输车队，分设港城基地、民冬基地、兰岗基地、洋山捷航基地、洋山茂祥基地、洋山捷通基地、港迎基地和解放岛基地。

云丰物流专业运作各种货物装卸、运输、进出口项目，在业务操作过程中，可有效形成联动，统筹支援，降低成本，提高操作效率，为客户提供多元化物流解决方案及高端货物跟踪服务。

作为上海市著名商标的“YF”，目前拥有 7 个注册商标。公司现已通过 ISO9001；2015 国家质量管理体系认证，ISO14001；2015 ISO14001 环境管理体系认证，职业健康安全管理体系 OHSAS18001；2007 标准认证。2015 年，企业获得国际物流综合服务型 AAA 级企业资质，目前为上海市物流协会会员、上海市货代协会会员；还是美国 ctpat 反恐认证成员、上海市交通运输行业协会会员和上海市诚信企业中国物流网会员。2018 年，获得全国先进物流企业的称号，2019 年，企业被聘任担任中国物流与采购联合会绿色物流分会的副会长单位，同年，获得中国物流与采购联合会科技进步一等奖。

在保证服务质量的前提下，云丰近几年的业务量始终保持持续高速增长的发展趋势。在海运行业不景气的大背景下，云丰每年超过市场平均水平的增长率，2018 年，连续在上海宝山和临港增设仓库。

近年来，通过科技创新、资本运作和管理创新引入先进的自动化设备、加强仓储和运输等物流信息系统建设，自主开发了“云丰物流互联网平台集易通网站及集卡司机 APP”、梳理并优化工作流程等多方面措施，提升了各岗位的工作效率，在保证业务持续增长的前提下，有效控制了成本增长，从而确保单位产出的迅速提升。

云丰人文制度健全，经过 18 年发展，通过对价值取向和行为方式的不断宣传强化，确立了云丰建立“百年老店”的物流服务提供商的核心价值观，如图

0-2 所示。该核心价值观已经成为云丰吸引人才和高效决策的重要保障，是云丰在核心业务、市场营销、企业声誉等各方面形成核心竞争力的重要条件。

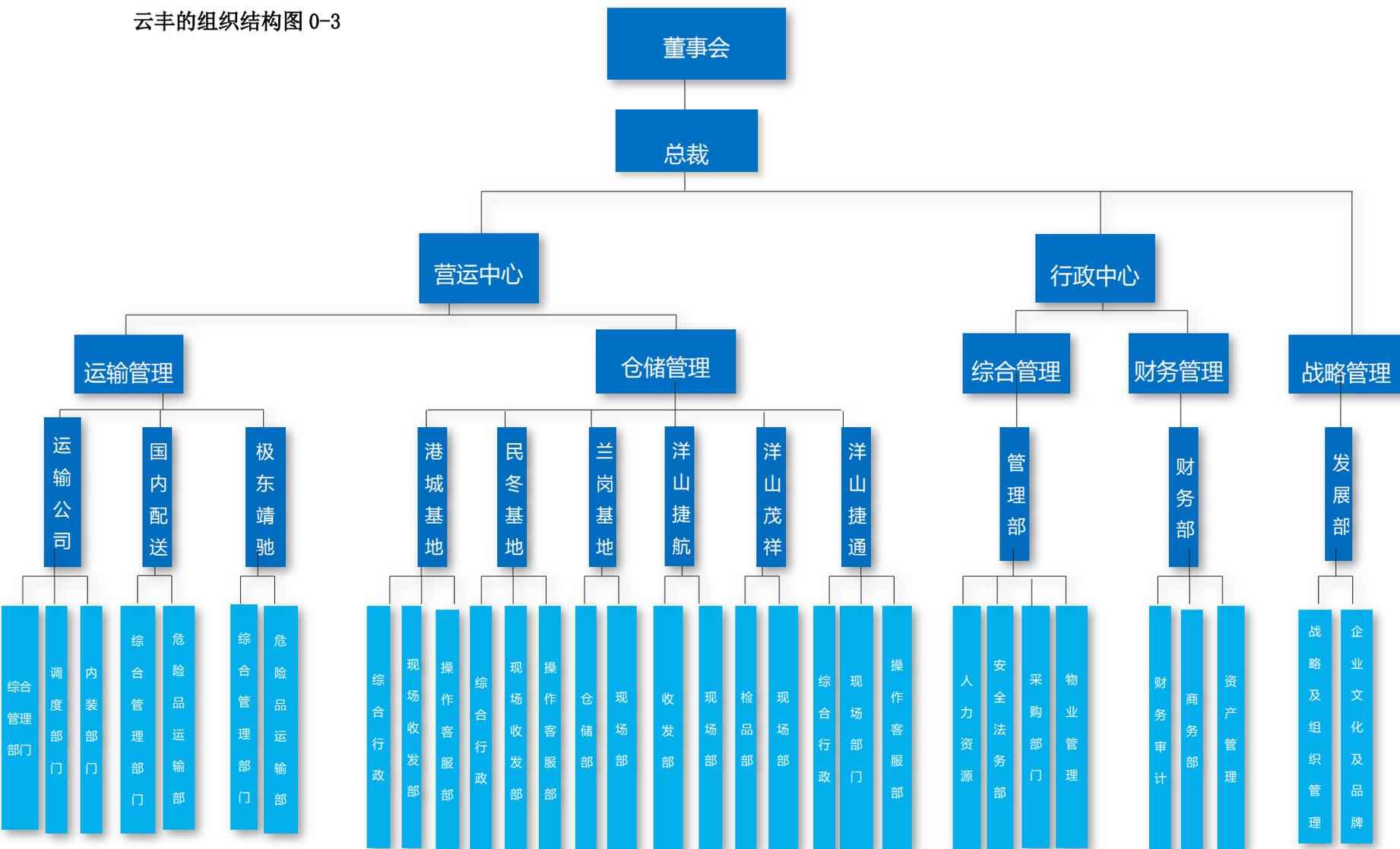


图 0-2 云丰“百年老店”物流服务提供商的核心价值观

云丰集团自成立以来，制订并不断完善了适应企业发展的各项流程制度共计 87 篇，其中营运类 13 篇、综合类 39 篇、人力资源类 8 篇、客户服务类 27 篇等。为了保证各项流程制度在落实，公司还进行了流程管理体系建设和流程管理信息化建设，将公司总部和各仓库、管理制度与业务流程有效地整合起来。

云丰集团采用总公司、经营职能部、分公司三级架构，实施垂直一体化集中管控模式，以利于仓储和集装箱业务在流程的一致性和对时效性、安全性的要求，保证业务服务质量的稳定。云丰的组织结构图如图 0-3 所示。

云丰的组织结构图 0-3



云丰现有的仓库资源如下图 0-4:



图 0-4 云丰公司仓库布局示意图

✚ 港城基地（公司总部）

基地面积：港城基地位于港城路 2008 号，设为公司总部驻地，为自有物业。园区总面积 41000 平方米，为内仓双层库。

主营业务：高端货物储存装卸、自拼箱、检品整理，立体货架货物仓管等业务。

✚ 民冬基地

地理位置：浦东新区曹路镇工业园区民冬路 239 号（距外一期、外二期码头 12 公里，外四外五期码头 2 公里）。

基地面积：外场地面积 13000 平方米，内仓面积 14000 平方米（内仓高度达 10 米，1.5 米高卸货平台长达 300 米）

主营业务：高端货物储存装卸、自拼箱、挂衣箱、检品整理，立体货架货物仓管等业务。

✚ 兰岗基地

地理位置：位于宝山区兰岗路 9 号。

仓库面积：7800 平方米。

主营业务：货物仓储，分拣，进口普货的拆箱，货物分拨和全国整车/零担配送，提供食品级立体仓储空间。与普天太力华为项目合作开展市配业务。

✚ 洋山捷航基地

地理位置：位于捷航路 99 弄

基地面积：园区总面积 6 万平方米，园区共计 6 跨，每跨 6500 平方米，其中内仓 3.25 万平方米，外场地 2.2 万平方，拥有独立 QC 及挂衣房 220 平方米，特设客户定制专属恒温仓。

主营业务：高端货物储存装卸、自拼箱、检品整理，立体货架货物仓管等业务。

✚ 洋山茂祥基地

茂祥基地位于茂祥路 258 号 5 单元，其中内仓 1.3 万平方米，外场地 2 万平方米，园区共计 2 跨，每跨 6500 平方米，拥有独立 QC 房间 800 平方米，为现代化欧标仓库，可根据客户要求个性定制仓储存储方案。

✚ 洋山捷通基地

捷通基地位于捷通路 325 号，园区总面积 13 万余平方米，设立洋山分公司总部，捷通基地为两层仓，主营高端货物储存装卸、大宗物质存储、自拼箱、检品整理等业务。

✚ 车队规模：公司拥有集卡车 167 余部，其中 LNG 环保车 60 余部，海关监管车 30 部（配有海关 GPS 全程监控系统）、危险品车辆 20 部、厢式散货车 10 部。

✚ 车队配置：车况良好，公司维修团队定期/定公里保养维护，配有 GPS 定位系统，各种类型低平板齐全，驾驶员培训上岗，操作娴熟，通讯系统配置高端齐全，超大件特种货物运输项目经验丰富，联系及时方便、服务周到、热忱，月承运 10000 余箱。

✚ 主营业务及开展项目：门点拆装箱、白卡运输、超大件特种货物运输、环保运输项目、危险品运输，目前正开展宜家项目、迅达项目、辉展项目等。

云丰特色业务简介：

✚ 大件部拥有专业大件工程拆装团队，工作经验丰富、操作娴熟、技术精良，

针对大型货物起吊、装卸、捆扎、加固有着最先进的专业技能，统一指挥，严格把关、检查、监督、验收、工作中确保百分百安全，专业装卸、客户至上、服务为本、精益求精。

✚ 挂衣箱公司拥有专业改制挂衣箱团队，可针对客户需求提供专业的改挂方案；其中折叠式挂衣架曾获得过国家专利。

✚ 国内配送

公司现有国内配送车辆 60 余台，车型涵盖平板车/特种车/箱式车等。可开展国内 B2B/B2C 配送业务、市内配送；全国整车/零担运输配送；进出口散货国内分拨进出仓业务以及天猫电商业务。

✚ 拣品部拥有专业拣品作业团队，工作经验丰富、操作娴熟、技术精良，针对特殊货物的高端增值服务。严格把关、检查、监督、验收，工作中确保百分百准确。

✚ 危险品运输公司现自有危险品运输车辆 20 台，合作危险品运输车辆 30 余台，普通货物运输车辆 128 辆，配备有各种规格的长板和短板。拥有丰富的化工品、危险品操作经验，把关运输途中每一个潜在风险。同时可针对客户要求为其定制专业危险品运输解决方案。目前，公司危险品运输业务可辐射全国范围，车辆均配备 GPS 全程监控系统，配备有专门 GPS 管理员，随时掌握车辆信息、到货情况。拥有经验丰富的驾驶员队伍（驾驶员工作经验 8 年以上），完善的操作流程，给客户货物提供安全保障的运输。资深车辆管理人员及客服人员拥有丰富的化工品、危险品操作经验，为客户把关运输途中每一个潜在风险。

✚ 货物包装公司可根据客户需求，专业定制各种规格货物木箱外包装，真空包装，专业定制化充气袋。

公司依托功能完善的 WMS、TMS，将云丰所属的仓库业务、车队业务形成串联，在互联网时代的大背景下，为客户提供高效、便捷、优质的第三方物流服务。

三、公司战略与定位

云丰明确的战略定位是：创建与国家发展战略相向前行的、与世界接轨的现代物流中坚，夯筑百年基业。

公司立足于港口物流，扎根中端，逐步拓展高端。云丰核心目标市场定位为中高端市场。不断推动中端客户群的迅速扩展，逐步向中高端客户群拓展和延伸，

提升目标客户群的价值。云丰的核心产品定位为中高端，与目标市场和客户定位相匹配，服务于中高端市场，在致力于提供质量稳定的标准产品/服务来满足目标客户基本需求的同时，研究开发各种增值服务，努力构建合理的产品体系，以满足更广泛类型的中高端客户的差异化需求。云丰致力于打造中高端的企业品牌。品牌作为产品价值内涵的一部分，可以提供给客户超值的感受。中高端的企业品牌，既对现有中高端客户产生拉动作用，也与未来的中高端客户的需求相匹配。未来，云丰将持续投入必要资源，稳步提升品牌形象。

云丰未来业务发展方向是：立足核心业务、强化支持手段、稳步拓展多元化业务。云丰将坚持以集装箱运输业务为核心业务，通过仓库和车队关键资源、发展强大的互联网+信息等支持手段，保障核心业务领域的竞争力；以相关多元化为业务主要延伸方向，云丰自觉把绿色供应链与可持续发展视作打造知名公众化公司百年基业的决定性因素，与环境友好可持续发展已成为公司的大略方针。近年来，围绕“第五利润源”的核心思想，云丰积极探索绿色供应链与逆向物流业务相关的多元化领域，并作为种子业务加以培育，储备未来业务新兴增长点。

四、社会责任与扶贫捐助

云丰遵循诚信纳税信条，足额上缴各项税收。云丰遵纪守法，诚信经营，矢志不渝坚持企业文化建设。同时，云丰始终保持高度的社会责任感，力争成为受人尊重的企业公民，在社会公益事业、赈灾救济、防疫抗疫方面从来都是积极参与、义不容辞。云丰曾多次向上海市慈善机构进行捐款，在四川地震期间，公司组织全体员工向灾区人民捐款，所募捐款金额全部用于四川赈灾工作。2017年，云丰与重庆万州区龙沙镇彭家村村委会签署扶贫助学协议，全额资助当地20名贫寒学子完成整个小学阶段学业。至此，云丰扶贫助学五年行动计划正式启动。此次扶贫助学行动，既是公司对国家精准扶贫战略的呼应，也是企业多年坚持“走正道”一次切实的社会实践。2019年3月，设立“云丰奖学金”助力石梁九年制学校莘莘学子，2020年7月，颁发了第二届“云丰”奖学金。近年来，随着云丰企业规模化发展，感恩回报社会、承担社会责任越来越成为公司决策层的家国情怀和自觉行动。

云丰国际物流（上海）有限公司以“做优化港口物流，建造百年云丰”为企业战略愿景，以追求卓越，追求品质为己任，志在立足物流引领未来！

新冠肺炎疫情给全球经济发展带来严重影响，在此背景下，全球绿色发展，特别是全球供应链绿色发展面临巨大挑战。与此同时，产业链格局重构为绿色化创造出窗口期，各国的经济复苏举措为供应链绿色化带来更多资金、技术与资源。疫情期间供应链数字化和信息化的快速发展，也为其绿色化打下了基础。

因此，借助疫情后经济复苏和产业链重构的契机，建立健全绿色供应链体系，是后疫情时代持续推动绿色、可持续发展的现实选择。

本届云丰杯全国绿色供应链与逆向物流设计大赛聚焦三个案例。

案例一 绿色制造

引言

工欲善其事，必先利其器。古往今来，制造业一直是人类文明进步的基础和里程碑。制造业是国民经济的主体，是立国之本、兴国之器、强国之基。改革开放以来，我国制造业发展迅速，规模不断扩大，据国家统计局数据显示，2019年我国GDP总值990865亿元，其中制造业为269175亿元，是中国经济的第一大产业。当中国制造在为我国乃至全世界源源不断提供物质财富的同时，也带来了大量的能源资源消耗和污染物排放。过度的工业化和透支资源严重破坏了人类赖以生存的自然环境，带来了温室效应、酸雨、雾霾、土地沙化、水土流失等日益恶化的全球环境问题，对人类自身的生存构成了威胁，资源环境约束也已经成为制约我国工业可持续发展的突出瓶颈。面对十分严峻的环境问题和资源约束问题，必须从源头上治理，具体到制造业要求考虑产品整个生命周期对环境的影响，最大限度地利用原材料、能源，减少有害废物和固体、液体、气体的排放，提高操作安全性，减轻对环境的污染，绿色制造已成为制造业发展的一个战略性任务。

党的十八大以来，我国在绿色制造、消费领域出台了一系列法规 and 政策措施。《中国制造2025》、《“十三五”工业绿色发展规划》和《绿色制造工程实施指南（2016-2020年）》中均明确提出全面推行绿色制造，强化产品全生命周期绿色管理，构建绿色制造体系的要求。十九大报告中更是强调要推进绿色发展，加快建立绿色生产和消费的法律制度和政策导向，建立健全绿色低碳循环发展的经济体系。2020年3月国家发改委、司法部印发的《关于加快建立绿色生产和消费

法规政策体系的意见》中进一步提出了健全推行绿色设计的政策机制，推广资源再生产品和原料，建立完善节能家电、绿色建材等绿色产品和新能源汽车推广机制的要求。

绿色、低碳、循环发展，是生态文明建设的主要原则和方向。三者之间既相互关联，也各有侧重和区别。目前我国绿色制造业已在企业转型升级、绿色设计工艺、绿色标准等方面取得了一定的成效。我国已制定了 160 余项绿色标准，支持实施了 360 余个重点项目，能效、水效提升超过 10%。由工信部发布的四批国家绿色制造名单（见图 1-1，图 1-2）可知，我国已打造了绿色工厂 1402 家、绿色园区 118 家、绿色设计产品 1097 种、绿色供应链管理示范企业 90 家，绿色制造体系建设工作在全国各地如火如荼展开，工业企业、园区践行绿色发展理念的自觉性不断增强。

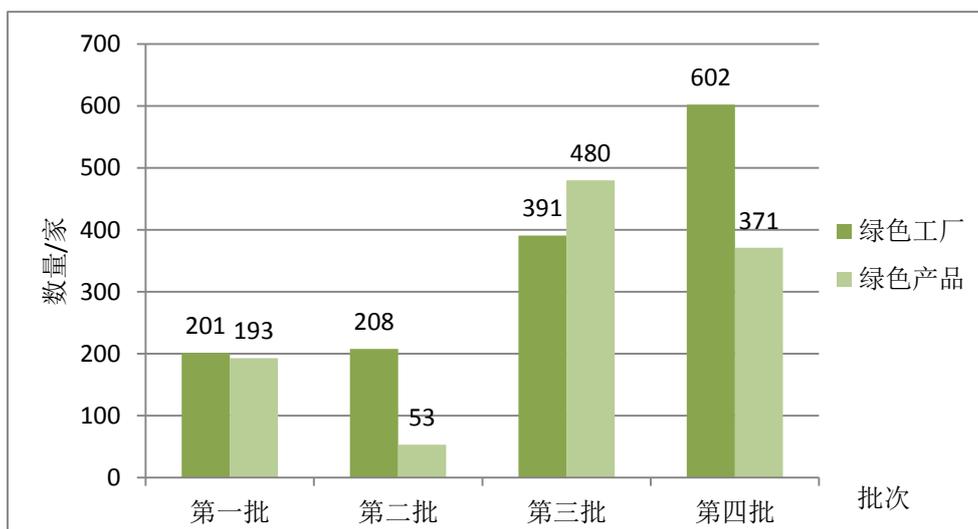


图 1-1 绿色工厂及绿色产品数

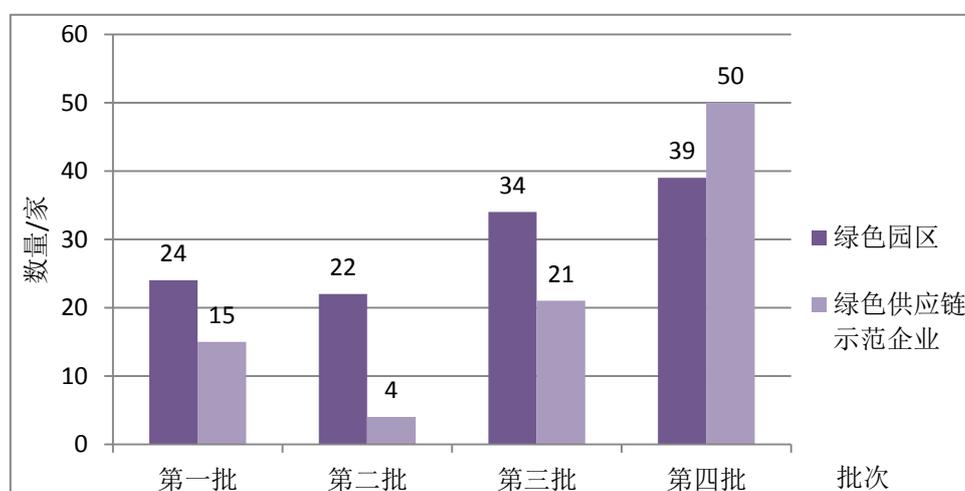


图 1-2 绿色园区及绿色供应链管理示范企业数

来源：绿色制造标准数据库

实体经济是财富之源，制造业是立国之本。中华民族的伟大复兴有赖于制造强国的建设，而绿色制造则是制造强国建设的重要着力点，是我国绿色发展的重要任务。全面推行绿色制造，实现工业绿色发展，是推进生态文明建设、促进经济高质量发展的必由之路。我国需根据目前国内绿色制造业的发展现状及存在的问题继续深入实施绿色制造工程，加快推进工业绿色转型，实现制造业可持续发展。

一、绿色制造理论基础

（一）绿色制造内涵

绿色供应链是一种在整个供应链中综合考虑环境影响和资源效率的现代管理模式，它以绿色制造理论和供应链管理技术为基础，涉及供应商、生产厂、销售商和用户，其目的是使得产品从物料获取、加工、包装、仓储、运输、使用到报废处理的整个过程中，对环境的影响（负作用）最小，资源效率最高。

绿色制造是一种综合考虑人们的需求，环境影响和资源消耗的现代制造模式，是具有良心、社会责任感和处事底线的可持续发展模式。其目标是使得产品从设计、制造、包装、使用到报废处理的整个生命周期中，对环境负面影响小、资源利用率高、综合效益大，使得企业经济效益与社会效益得到协调优化。

传统的制造模式是一个开环系统，即：制造——流通——使用——废弃。人们注重最终的产品质量，轻视了对零件加工成形过程中产生各种废弃物的处理。随着生产技术的不断发展和社会的进步，产品的更新换代和废弃速度加快，如何对这些废弃物加以回收利用是传统开环式循环生产模式面临的难题。

绿色制造是一个充分考虑制造业资源和环境问题的复杂的系统工程问题。当前人类社会正在实施全球化的可持续发展战略，绿色制造实质上是人类社会可持续发展战略在现代制造业中的体现。绿色制造的闭环式循环生产模式，就是在原来的生产模式中增加“回收”环节，如图 1-3 所示。

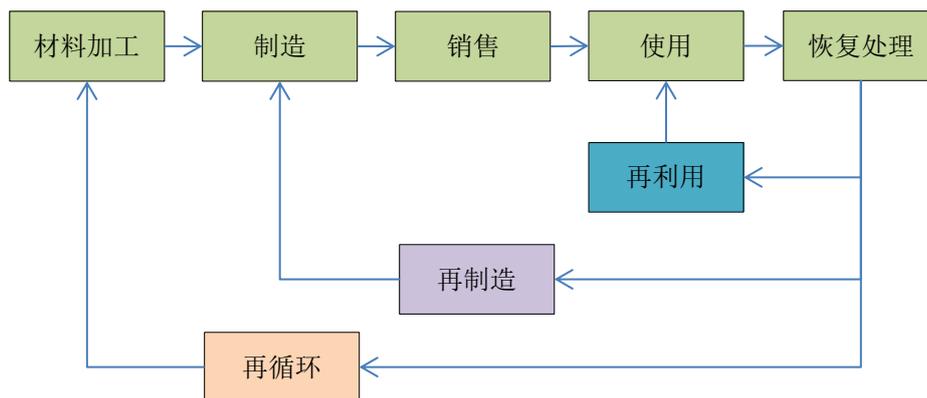


图 1-3 绿色制造模式

（二）绿色制造包含的内容

实现“绿色制造模式”，包括 3 个层次：①绿色资源，即更多采用绿色原材料和绿色能源；②绿色生产过程；③绿色产品。一个产品的生命周期要做到“五绿”：绿色设计、绿色材料、绿色工艺、绿色包装和绿色回收处理。

1. 绿色设计

绿色设计即在产品及其寿命的全过程设计中，充分考虑对资源和环境的影响，在充分考虑产品的性能、质量、开发周期和成本的同时，优化各有关设计因素，使产品及其制造过程对环境的总体负影响减到最小。绿色设计是绿色制造的基础。如 Ford 汽车公司的报告指出，尽管设计费用仅占产品全部成本的 5%左右，却决定 80%-90%的产品生命周期的全部消耗。

绿色设计应遵循“3R (reducing, reusing, recycling)”的原则，设计产品时不仅要考虑减少产品制造物质和能源消耗，减少有害物质的排放，而且要综合考虑产品及零部件报废后能够重新利用或方便分类回收并再生循环。绿色设计的具体设计原则包括：

（1）宜人性。即产品在制造和使用过程中对人体无害，对生态环境无影响，人体环境舒适、友好。

（2）节省资源。资源包括材料、能源、人力和信息等。

（3）延长产品使用周期产品使用方便、安全，对易损零部件在设计时采用标准化和模块化结构，便于更换。

（4）可回收性。采用面向拆卸及回收再利用的设计方法，尽可能地减少用材种类，选用可回收、可分解材料，利于产品在报废后分类回收和循环再利用。

（5）清洁性。产品采用少、无污染的方法进行制造。

(6) 先进性。满足产品的个性化需求。

2. 绿色材料

绿色材料即生产过程中能耗低、噪声小、无毒性并对环境无害的材料和材料制品,并对人类、环境有危害但采取适当的措施后可减少或消除的材料及制成品。绿色制造要求选择材料时,优先选用可再生材料,尽量选用回收材料和低能耗、少污染的材料,并选择环境兼容性好的材料及零部件,避免选用有毒、有害和有辐射特性的材料。所用材料应易于再利用、回收、再制造或易于降解。绿色材料包括循环材料、净化材料、绿色材料和绿色建材。

(1) 循环材料。主要是利用固体废物制造的材料,例如再生纸、再生塑料、再生金属以及再循环利用混凝土等。特点是处理不会对环境产生污染,可以多次重复循环使用,废弃物的处理消耗能量少。

(2) 净化材料。指能分离、分解或吸收废气或废液的材料。比如活性炭纤维材料、膨胀石墨吸附材料、粉煤灰吸附材料、离子交换树脂型材料、沸石吸附材料等。

(3) 绿色能源材料。指能够利用洁净的能源和废热能源的材料。如太阳能、风能、水能以及废热、垃圾发电等。

(4) 绿色建材。指健康型、环保型、安全型的建筑材料,绿色建材不是指单独的建材产品,而是对建材“健康、环保、安全”品性的评价。它注重建材对人体健康和环保所造成的影响及安全防火性能。

3. 绿色工艺

绿色工艺即清洁工艺,指既能提高经济效益,又能减少环境影响的工艺技术。它要求在提高生产效率的同时兼顾削减或消除危险废物及其它有毒化学品的用量,减少对操作者的健康威胁,并能生产出安全与环境兼容的产品。如改变原材料投入,有用副产品的利用,回收产品的再利用及对原材料的就地再利用,特别是在工艺过程中的循环利用;改变生产工艺或制造技术、控制、设备,将物质消耗和对健康与安全风险及生态损坏减少到最低程度加强对自然资源的使用及空气、土壤、水和废物排放的环境评价和控制等。

绿色工艺创新可以细分为清洁生产技术和末端治理技术两个维度。

清洁生产技术强调从源头上减少污染的产生,包括使用可替代能源、环保材

料以及资源循环使用等。主要由以下三个指标衡量：

- (1) 注重减少能耗，增加能源利用率；
- (2) 使用循环材料、循环工艺、环保工艺或技术等；
- (3) 企业内外的节能环保宣传，如对员工进行环保意识、环保知识培训。

末端治理技术重点在于将污染物转化为较易处理的其他物质以减少生产末端的污染排放。主要由以下两个指标衡量：

- (1) 投入使用污染处理设备；
- (2) 实施污染处理项目或技术。

4. 绿色包装

所谓“绿色包装”是指对生态环境和人体健康无害、能循环复用和再生利用、有利于促进持续发展的包装。世界上发达国家要求包装要符合“4R+1D”原则，即减量化 (Reduce)、重复使用 (Reuse)、再循环 (Recycle)、回收利用 (Replace) 和可降解 (Degradable)。

绿色包装评价指标包括四个一级指标和十九个二级指标，如表 1-1 所示。

表 1-1 绿色包装评价指标

一级指标	二级指标
资源属性	包装系统优化 包装材质种类 包装层数或包装空隙率 再生原材料添加率 实际回收利用率 单位产品取水量 其他指标
能源属性	综合能耗 余热回收 清洁能源或可再生能源 其他指标
环境属性	温室气体排放 生产单元环境质量 环境有害物质 水的重复利用率 生产废弃物处置 其他指标
产品属性	重复使用性能 包装产品可回收利用率

	可回收利用标志 降解性能 潜在危害物 其他指标
--	----------------------------------

来源：GB / T 37422-2019 绿色包装评价方法与准则

实施绿色包装的关键在于：

- (1) 优化产品包装方案。在满足包装质量的前提下，减少包装用材。
- (2) 加快技术创新，研制包装新材料、新工艺和新产品，为市场提供更多更好的能再利用、再循环和可降解的新包装材料，以减少包装废弃物回收处理的压力。
- (3) 加大包装废弃物回收处理技术的研究力度，减少废弃物堆积的压力。

5. 绿色回收处理

产品生命周期终结后，若不回收处理，将造成资源浪费并导致废弃物堆积。正是通过各种回收策略，产品的生命周期形成一个闭合回路。寿命终了的产品最终通过回收进入下一个生命周期的循环中。所谓绿色处理，理论上讲应以对环境影响最小为目标，但回收处理需要成本，绿色处理成本更高。另外，为实现绿色处理，产品从设计开始，其用材、结构等都必须考虑有利于产品报废后的回收处理，这有可能加大产品的开发成本。

(1) 采用面向拆卸的设计方法，即在设计时将可拆卸性作为产品设计的评价准则之一，提高产品的可拆卸性，如减少紧固件的数量，提高拆卸的工作效率，使不同的材料可方便分离，以利于循环再利用。

(2) 采用面向回收的设计方法，即在产品设计初期就充分考虑产品的各种材料组分的回收再用可能性、回收处理方法（如再利用、再生、降解、废弃等）、回收费用等与产品回收有关的一系列问题，从而实现节约材料、减少浪费、对环境无污染或少污染。

(3) 设计回收处理方案并进行分析与评估，确定最佳的回收处理方案，以最小的附加成本获取最大的综合利用价值，即进行绿色产品回收处理方案设计。

二、中国绿色制造业发展瓶颈

(一) 绿色制造业发展资金面临困境

我国绿色金融顶层设计逐步建立，绿色金融市场不断繁荣，人民银行发布

《中国绿色金融发展报告(2018)》，中国的绿色金融投融资余额已接近10万亿元。为增加绿色项目资金供给，工业和信息化部节能与综合利用司会同中国农业银行实施支持工业绿色发展的绿色信贷机制，累计贷款总额超2000亿元。但绿色金融产品设计复杂，成本较高，且过于强调投资回报和资金安全，我国绿色制造业投资缺口仍然很大。

(二) 企业积极性不高

工业企业是绿色制造的载体，是最终落实责任的主体，推进工业绿色制造体系建设，需要全面推进重点领域工业企业绿色转型升级。根据国家统计局数据显示，截至2019年9月，中国制造业企业单位数为346289个，而据工信部公布的绿色制造名单可知，工业绿色制造体系申报成功的工厂仅有1402家，绿色供应链管理示范企业仅90家。作为经济发展的主体，企业成为制造业绿色转型的难点和关键，促进企业绿色转型，意义重大，势在必行。

(三) 绿色创新水平低

我国制造业绿色创新水平偏低，绿色创新驱动动力不足。一方面，由于具有独立研发绿色技术能力的企业少之又少，在绿色设计产品的示范创建方面比较落后，在与制造过程密不可分的绿色工艺及节能环保技术装备等领域缺乏核心技术；另一方面，因绿色技术研发周期长，投入的资金巨大，企业很难准确分析绿色创新投资以及其知识溢出效应所带来的投资回报，大部分绿色技术的研发因资金缺少而停滞不前。绝大多数中小企业缺乏绿色创新的积极性，最终导致我国制造业整体上绿色创新能力弱。

(四) 复合型绿色制造人才供给不足

绿色制造业发展对人才提出新的需求，绿色制造从原材料获取到制造、从包装、运输、回收、再制造和处理等过程，涉及原料的选择、工艺的设计及确定、废渣废水废气的处理排放和回收，是融合多学科的大制造。按照《中国制造2025》，在“制造业十大重点领域人才需求预测”中，至2025年，人才缺口2986万，其中与绿色发展直接相关的节能与新能源汽车、新材料等领域人才供给严重不足。我国亟需培养一批掌握先进绿色技术的工人、拥有高精尖和专业技能的绿色创新人才、具有专业知识背景的绿色管理和实践人才。

(五) 发展政策体系有待完善

在生产环节，企业开展绿色制造工作往往需要购置绿色物料、优化生产工艺或者购置更先进的节能环保技术等，相关成本往往会随之增加。在消费环节，虽然从全生命周期看，绿色产品环境影响会小于普通产品，但是绿色产品的销售价格往往较高，消费者效用较小。由于缺少一些稳定性、普适性的绿色财税金融政策，难以调动起广大企业打造绿色供应链的热情以及促进消费者购买绿色制造产品的动力。且相关认定标准、评价体系和监管体系尚不完善，技术成果转化效率低，知识产权保护环节薄弱。企业“绿色意识”薄弱，对节能环保和循环经济的投资意愿不强，绿色转型步伐缓慢，需要逐步完善政策体系。

三、T 公司案例介绍

（一）T 公司简介

T 公司创建于 1992 年，总部设在上海，是一家致力于研发绿色产品，集产品研发、生产、销售、以及产品回收、循环利用等为一体的综合性企业。集团现拥有 30 多家国内子公司，现有近 10 万名员工，其中有 1 万多名的研发人员和 3 万多名技术工人，在国内外建有十余个生产基地，并于 2009 年在上海等地投资建设了 5 个再生资源基地，各基地都配备完善的仓储以及相关的环保处理设施，覆盖从上游生产到下游回收全产业链。

2008 年 T 公司进军新能源汽车动力电池市场，开展高新电芯技术的开发和产业化，以新能源汽车动力电池技术创新为驱动，建立了动力电池研发、生产、销售、回收、循环利用等一体的技术创新链，实现了动力电池产业链的绿色生态循环与可持续发展。

（二）T 公司开展新能源汽车动力电池业务的意义

为减少机动车尾气排放对大气污染产生的影响，我国自 2013 年开始大力推广新能源汽车，而动力电池被誉为新能源汽车的“第二个心脏”，直接关系到整辆车的品质和安全。T 公司持续贯彻“创新、协调、绿色、开放、共享”五大发展理念，以“绿色发展、循环发展、低碳发展”为方向，积极推进绿色发展模式，践行绿色发展理念，以绿色制造为发展动力，全面引领动力电池制造业发展。

T 公司通过推进可复制的绿色化工厂建设，打造动力电池绿色全面化发展体系，充分发挥动力电池高性能绿色电源，具有无环境污染、安全性好、成本低、适用于产业化生产替代燃油作为牵引力动力的电池电源的产品特性。对促进动力

电池行业技术进步,拉动区域经济增长,实现国家新能源汽车推广具有积极作用。

同时由于报废的新能源汽车动力电池中蕴涵着大量的贵金属资源,每 1 亿只动力电池要耗费约 2 000 吨的电极活性材料,因此也被人们形象地比喻为“城市矿产”。回收利用动力电池中的镍、钴及稀土等有价金属,对于金属资源的有效利用及进一步降低电池的生产成本均有非常重要的价值。

T 公司按照国家有关新能源汽车动力电池回收利用管理有关规定履行责任。T 公司构建了动力电池循环利用闭合生态圈,按照先梯次利用后再生利用原则,对废旧动力电池开展多层次、多用途的合理利用,降低综合能耗,提高能源利用效率。希望依靠自身力量,发挥示范和带动作用,积极践行循环经济,达到经济效益、环境效益、社会效益的高度统一。

(三) T 公司运营管理

T 公司以创新组织管理、软硬件平台建设为突破,围绕新能源汽车动力电池产品建立了绿色设计、绿色工艺、绿色装备、绿色销售、绿色回收处置的闭路循环链,在行业内探索出了一条动力电池绿色循环的可持续发展之路。

1. 新能源汽车动力电池全生命周期的绿色管理模式

(1) “一核”:以动力电池全生命周期管理为核心,通过 PLM 进行动力电池全生命周期管理,运用 LCA 进行全生命周期绿色评价,以价值实现的过程打通内部各环节,实现全过程的整体优化与升级;其中过程包括概念、设计、验证、试制、发布、使用及回收的全生命周期管理。

(2) “四化”:全生命周期管理四个维度的进化模式,分别是创新系统化、生产智能化、管理信息化及产品生态化,通过先进的管理方法、智能设备、互联网信息化技术及产品创新理念来引领内部管理模式的建设成型。

◆创新系统化:以工具化、流程化的方式推进全员改进及创新,以突破经验式管理改进的瓶颈,以先进的系统化质量管理方法提升改进的效率和效果。

◆生产智能化:以先进的检测设备、生产设备、技术改造、物联网技术来实现生产效率及稳定性的快速提升。

◆管理信息化:以互联网、信息化技术建设天能的数据及流程的管理公共平台,实现高效的管理沟通,内外部数据的智能分析以提高组织运营效率及决策准确性。

◆产品生态化：以减量增效、无害设计、绿色制造、寿命跟踪及循环利用为要求，实现动力电池的绿色生态化设计生产。

T 公司通过新能源汽车动力电池生命周期理念落实到每个员工、每个产品、每项生产工序上，按照循环经济理念设计企业发展战略、生产流程、营销模式和企业文化，从战略的角度将绿色设计的理念灌输到集团各职能部门及下属子公司中，通过生态意识、环保意识教育来鞭策全体员工，进一步深化认识，培养和引导生态的生产方式和消费行为，倡导节约和环保价值观念，树立节约发展、清洁发展、安全发展的理念，最终做到生产能效高和环境友好的绿色产品。

2. 产品的研发应用

T 公司积极研发绿色环保、高容量的新能源汽车动力电池。着重考虑电池的环境属性（可拆卸性，可回收性、可维护性、可重复利用性等），在满足使用功能的同时，还考虑所选用的电池材料对环境的影响程度，在满足环境目标和节能目标要求的同时，保证产品应有的功能、使用寿命、质量等要求。

3. 制造过程绿色管理

采用国内先进的生产工艺及装备，并配套变压器、空压机、风机水泵、电动机等辅助设施全部采用二级能效及以上的高效节能装备；积极组织申报主要规格的铅蓄电池绿色设计产品，重点运用示范线生产绿色设计产品，绿色产值占该线总产值 60%左右。目前 T 公司已实现电池半自动化生产，为了提高生产效率，且对整个制造过程更好的监管，公司下一步准备建立智能化信息系统，实现资源分配和状态管理、数据采集、质量管理、产品跟踪与追溯、性能分析等核心功能。

4. 营销网络

T 公司采用集中销售的方式，采取集中定价、分开销售，区域配送中心调拨销售，销售公司调拨销售，销售公司订单、生产公司直接发货。T 公司汇总下属企业销售订单，进行可销商品的分配、平衡，下达统一的 T 公司的发货指令或者内部调拨指令。发货机构按要求进行销售发货业务，或者内部调拨业务。公司根据发货数据汇总进行统一的结算及收款，下属企业根据各自的发货数据与 T 公司进行内部结算。

T 公司遵循“把握趋势，塑造品牌，渠道保障，合作共赢的指导思想，坚持以满足消费者需求为前提，以绿色概念产品质量为基础，以品牌建设为起点，以

产品的市场适应性为基本原则”的营销理念，不断倾听顾客对绿色产品质量的声音，挖掘顾客的真正需求，并将之转化为管理和技术要求，实现产品和服务的持续改进，从而赢得和保持顾客的满意和忠诚。

5. 回收处理

通过各种回收渠道从消费者处收集的废旧动力电池进入回收站后会有短时间的停留和存放，在收集到一定数量后再运送至下一个处理工厂，对新能源汽车动力电池的回收处理工艺包括深度放电、破碎、物理分选、正极材料与铝箔分离过程以及后续的冶金回收处理等流程（见图 1-4），从而分选回收电池中的 Cu, Al, Co, Ni, Mn, Li 等高价值金属。

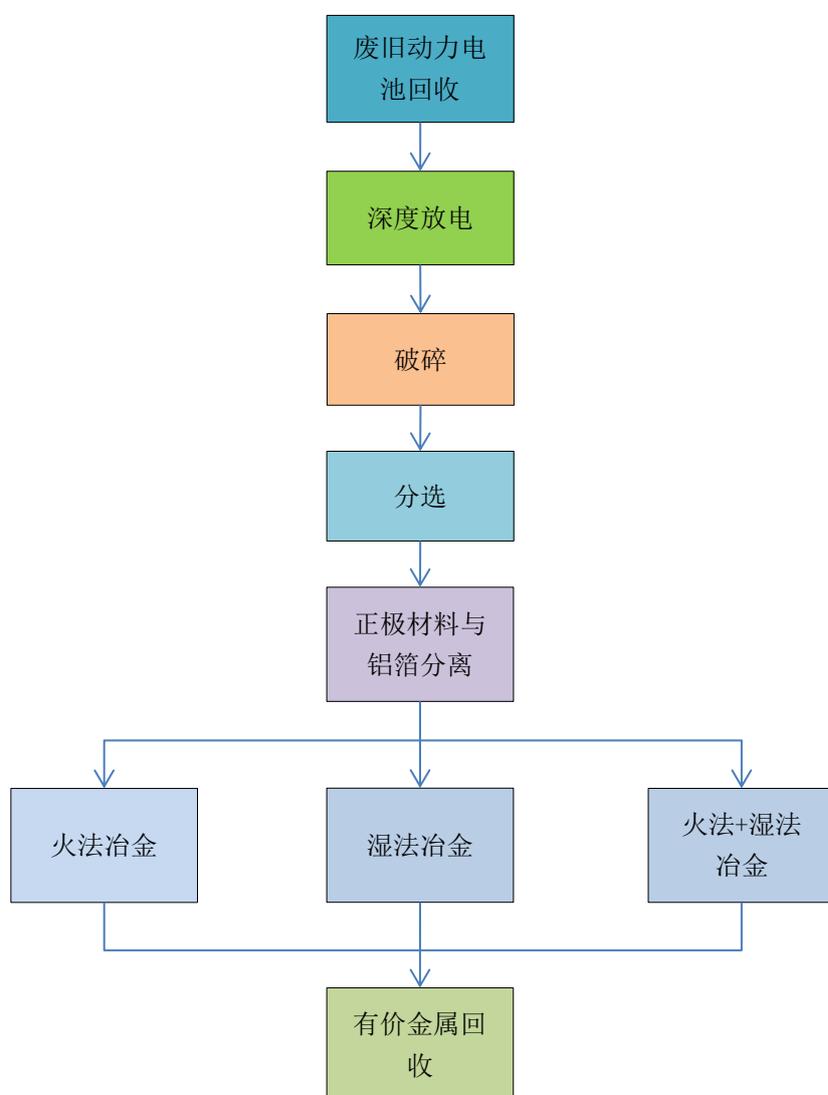


图 1-4 新能源汽车动力电池的回收处理流程

(1) 放电处理

新能源汽车动力电池进入回收站时仍然会存有一定量的电荷,为降低存放和运输的风险,在新能源汽车动力电池送入仓库后,首先按照电池提供方的信息和实际电池的状态进行检测和分类,然后作相应的放电处理。

(2) 破碎处理

废旧动力电池经完全放电后,由于动力电池本身尺寸较大,若直接进行物理分选,分选效果不佳。因此在后续处理之前需要先对其进行破碎处理,目的是使电池内各组元之间相互分离,甚至进行粉碎和研磨,为后续的分选降低难度。

(3) 物理分选

根据破碎产物物理性质(粒度、比重、可浮性和磁性等)的差异,采用不同的物理分选方法分选破碎产物,回收有价成分。目前的物理分选方式以重选和筛分为主,分选方式单一,在电池完全粉碎的情况下,经物理分选后得到的产品回收率低,且回收产品中各成分相互混杂,分离难度大,回收产品纯度低。

(4) 正极材料与铝箔分离

在粘结剂作用下,经破碎和物理分选后,正负极材料仍然难以从铝箔和铜箔上脱落,为了减少正负极材料中杂质金属含量,提高正负极材料回收率,因此,需要先实现正负极材料与铝箔和铜箔分离。而正极粘结剂以PVDF为主,由于PVDF为油性粘结剂,正极材料与铝箔的粘结作用强,两者分离难度大。

(5) 金属再生处理

金属再生过程主要采用火法冶金、湿法冶金或二者相结合技术。火法冶金过程中,高温条件下动力电池中的材料可生成HF、 P_2O_5 以及重金属等,通过烟气扩散。湿法冶金过程主要工艺包括浸出、萃取、沉淀、金属电沉积或还原等。在使用无机酸作为浸出剂时,氯离子、硝酸根离子会发生还原反应生成 Cl_2 、 NO_x 等,产生二次污染。

(四) T公司面临的挑战

T公司新能源汽车动力电池产业以生产比能量高、寿命长、安全性高的动力电池为主攻方向,鼓励企业不断创新,加大研发投入。同时也在探索构建废旧动力电池规范化回收体系和运行机制,依托现有的销售网络,建立绿色供应链与逆向物流回收体系。在上海、浙江、湖南等地建设布局循环经济产业园,打造行业集“生产-回收-再利用”为一体的闭环式绿色产业链,落实生产者责任延伸制度。

目前，T公司在新能源汽车动力电池产业方面虽然取得了一定的成绩，但也面临着一些挑战及亟需解决的问题。

首先，T公司需要根据整车制造企业的订单需要来开发相应尺寸规格的动力电池，由于没有明确统一的尺寸规格，即使是同一客户的不同车型所用的动力电池的尺寸、外形等也各不相同，目前已通过工业和信息化部发布的《新能源汽车推广应用推荐车型目录》的动力电池产品超过上千种。“几乎每款动力汽车的电池包规格尺寸都不一样，导致动力电池的互换性差，每开发一款新产品，就会对动力电池有不同的要求，同时还需调整产线的生产工艺，与之相一致的物料加工、工单安排等也都需要重新调整，给我们的生产带来了沉重的负担，增加了生产成本。”生产车间吴主管如是说。

回收部门李经理也说道：“动力电池尺寸规格的不统一，增加了电池的回收再利用难度，因为不同规格的动力电池在回收拆解过程中所采取的具体措施不完全相同，故很难实现规模化作业，这就增加了我们的工作量，也降低了电池回收拆解的效率，同时也增加了回收的成本。”

其次，因为新能源汽车动力电池的生产、存放、包装、运输、回收、处理各方面存在着多重风险，每个作业流程和处理节点都需严格管控。“我们在尽力减少因为不规范操作而带来的安全风险，作业车间的所有工作人员在上岗前都做了专业的培训，人员也都做了全面的防护措施，但是仍然不可避免一些情况下因电池短路及电池过热等问题而发生安全事故，动力电池安全问题是我们公司也是整个行业亟需解决的问题。”吴主管提及动力安全问题就头疼不已。“一旦发生安全事故，财产损失是一个问题，但最重要的还是人员安全问题，目前我们也在思考是否可以借助一些智能设备来代替人员工作或减少人员与动力电池的直接接触，比如借助AGV小车搬运、智能机械手臂抓取等等，在保证人员安全的同时也提高了生产及回收拆解的效率。

除此之外，因为新能源汽车动力电池生产企业、新能源汽车整车企业与动力电池回收企业之间的工作是分开进行的，且由于动力电池回收水平预测系统、再制造执行系统、物流信息管理系统的缺乏，将会导致企业间信息化共享程度低、动力电池回收比例辨识度低、回收利用率低等问题，如何在保证信息共享安全问题的同时实现动力电池全生命周期溯源管理，也是T公司面临的重大问题。

最后，作为行业重点企业，T公司积极承担社会责任，不断扩大绿色制造产业经营范围，如何设计可以实现各产品全生命周期的“绿色制造模式”是T公司一直致力探究的问题。绿色制造以对环境影响最小为目标，因此新能源汽车动力电池在生产、包装、运输、装卸搬运、回收、拆解处理的整个过程中都需考虑各环节对环境的影响，所以同传统的制造模式相比较，在整个制造过程中考虑的因素更多，制造成本也更高。

同时为了加强和其他企业的交流和听取社会群众的建议，T公司经常会参与一些重要的展会，参展主要负责人刘经理通过对多个展会的观察发现，许多展会搭建展厅的建材、铺设地面的地毯或地台、摆放展品的展台或展架等所使用的材料都是一次性的，展会结束后便被当作垃圾处理掉，有一些物品即使可以重复使用，但是因为其不可回收性，导致其使用寿命结束后仍要被当做垃圾处理。这不仅增加了展会承包商的搭建成本，也造成了极大的资源浪费，甚至会产生严重的环境污染。刘经理认为公司未来在绿色供应链与逆向物流方面拓展业务是大有可为的。

针对以上挑战及存在的问题，T公司高管一直在寻找应对解决的方法。

● 方案设计要求：

请参赛队针对以上案例1材料，参考问题点选择性着手（但不限于这些问题点），形成完整的T公司新能源汽车动力电池绿色供应链与逆向物流商业模式设计方案或绿色供应链与逆向物流发展战略及运营方案。作品设计可以结合或参考绿色供应链与可持续发展、逆向物流与闭环供应链、第五利润源与RLOM模型等理论及方法，设计方案可以是文字材料、数学模型、软件或工程设计等。

1. 结合国家政策法规、绿色制造基础理论及我国制造业发展现状，探讨我国开展绿色供应链、绿色制造业务的可行性与必要性，分析我国绿色供应链、绿色制造业发展过程中存在的问题及原因并提出你的建议。

2. 总结国内外绿色供应链、绿色制造的研究现状，发展现状，包括但不限于行业现状、法律法规、政策标准等等，剖析出国内外的异同点，从而借鉴发达国家的经验提出完善国内绿色供应链、绿色制造的建议。

3. 探究绿色供应链、绿色制造与绿色金融的关系，从绿色金融出发提出推动绿色制造发展的建议。

4. 结合绿色供应链与绿色制造基础理论，从绿色设计、绿色材料、绿色工艺、绿色包装和绿色回收处理几方面入手，设计可以实现新能源汽车动力电池全生命周期的“绿色制造模式”。

5. 结合“云技术”、“物联网”、“区块链”技术设计新能源汽车动力电池溯源管理平台或对已有的溯源管理平台进行优化，实现对新能源汽车动力电池的全生命周期管理。

6. 借助新技术新技能设计解放人力的人工智能设备，如无人机、智能机器人等，实现新能源汽车动力电池传统运作模式的转型，从而提高业务效率，降低运作风险。

7. 结合“互联网+”、“大数据”、“新基建”等热点以及T公司的具体业务，提出你认为T公司在未来可以拓展的增值业务，并给出完整的商业策划方案并进行可行性分析。

8. 结合案例与大赛主题，同时重视知识产权，结合某个痛点，完成一份相关的专利设计。

9. 自行立意，设计方案需与绿色制造或新能源汽车动力电池绿色供应链相关。

参考文献

[1] 毛涛. 践行绿色发展理念 创新构建绿色供应链 [N]. 中国环境报, 2020-06-01 (003).

[2] 曹华军, 李洪丞, 曾丹, 葛威威. 绿色制造研究现状及未来发展策略 [J]. 中国机械工程, 2020, 31 (02): 135-144.

[3] 高云虎. 全面推行绿色制造 促进工业高质量发展 [J]. 中国轮胎资源综合利用, 2020 (02): 14-16.

[4] 李建波. 废旧锂离子动力电池极芯的物理分选工艺研究 [D]. 北京有色金属研究总院, 2018.

[5] 金宗哲, 方锐. “绿色材料”的新发展 [J]. 材料导报, 1997 (05): 7-10.

- [6]解学梅,王若怡,霍佳阁.政府财政激励下的绿色工艺创新与企业绩效:基于内容分析法的实证研究[J].管理评论,2020,32(05):109-124.
- [7]杨建亮,唐方成,顾世玲,胡婷.创新驱动制造业绿色发展保障机制研究[J].管理现代化,2020,40(02):30-32.
- [8]杨东升,罗先群,李小丽.基于绿色制造的生物工程人才培养模式[J].高教学刊,2020(20):156-158+162.
- [9]黄耀兴.探索绿色供应链管理“东莞模式”[J].环境,2020(05):64-65.
- [10]李明.动力电池回收过程中的存放、包装和运输规则[J].物流技术,2016,35(09):36-38.
- [11]黄学杰.电动汽车动力电池技术研究进展[J].科技导报,2016,34(06):28-31.
- [12]黄持伟,吴学科,阳如坤,刘阿密.动力电池尺寸规格的标准化现状及建议[J].新材料产业,2020(03):34-38.
- [13]郝皓,张继,张骞.循环经济下我国动力电池回收逆向物流发展对策[J].生态经济,2020,36(01):86-91.
- [14]李奕蕾.动力电池回收须完善溯源管理[N].经济参考报,2019-06-06(002).
- [15]蒋建平,朱东锋,余子英,刘晓明.以绿色金融标准化推动绿色制造的路径研究[J].绿色环保建材,2019(02):1-2.
- [16]《关于加快建立绿色生产和消费法规政策体系的意见》,2020年,国家发展改革委司法部.

案例二 医疗废弃物逆向物流

引言

随着我国经济快速发展，人们生活质量和医疗水平不断提高，加上人口老龄化趋势加重，对医疗服务需求越来越大，使得我国医疗卫生产业得到快速发展，医疗卫生事业蒸蒸日上。这不仅体现在医疗卫生条件的不断提高，更表现在医疗卫生机构数量和规模的大幅增长，如截止到 2019 年底，全国共 1007545 个医疗机构，总床位数量达到 880.7 万张，产生的医疗废弃物也急剧增多。根据国家统计局数据所示，2008 年医疗废弃物的产生量大约为 122.2 万吨，2017 年医疗废弃物的产生量是 2008 年的 183%，产生量为 223.5 万吨。医疗废弃物的处理速度和处理比例与医疗废弃物的增长速度和产生量并不同步。具体数据如图 2-1 所示。2018 年我国 200 个大、中城市医疗废物产生量 81.7 万吨，处置量 81.6 万吨。虽大、中城市处置能力有所增加，但是并未涉及到小城市的处置能力情况。截至 2020 年 5 月 23 日，全国医疗废物处置能力为 6167.3 吨/天，相比疫情前的 4902.8 吨/天，增加了 1264.5 吨/天。自 1 月 20 日以来，全国累计处置医疗废物为 39.8 万吨。但是，相比于医疗废弃物的快速增长，对医疗废弃物进行恰当的处理、提高医疗废弃物的处理比例刻不容缓。如何避免医疗废弃物暴露污染环境、危害健康已成为必须解决的问题。

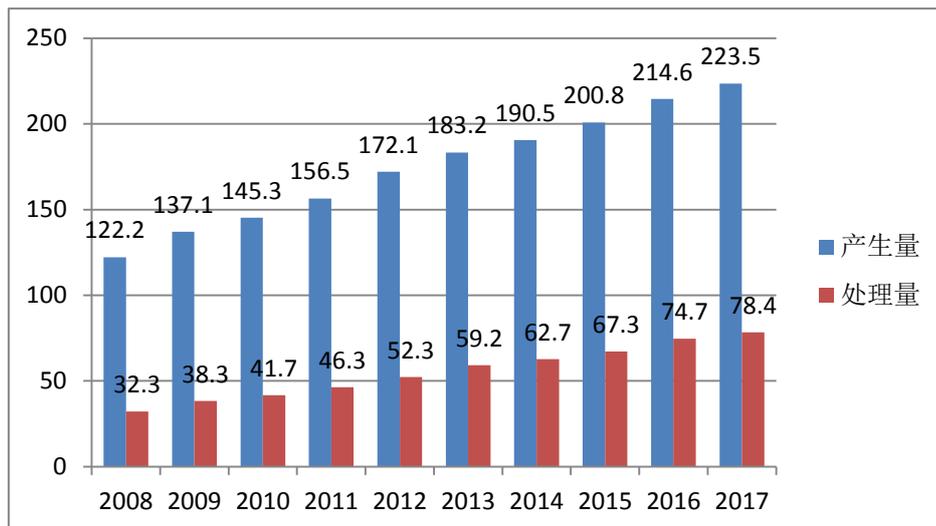


图 2-1 2008 年-2017 年医疗废弃物产生量与处理量

医疗废弃物具有直接或者间接感染性、毒性和危害性等特点，他们携带病菌数量较大、种类较多，被国际上列为“顶级危险”，被我国在《危险垃圾名录》

中列为 1 号危险垃圾。我国 2003 年和 2006 年先后出台了《医疗废物管理条例》和《医院感染管理办法》对医疗废弃物的收集、运送、贮存、处置、监督管理等作了规定。因此如何建立安全、可持续发展、绿色的医疗废物回收管理系统，完善医疗废物监管体制机制，保障人体健康，维护生态安全，促进经济社会可持续发展显得尤为重要。2008 年，我国根据《固体废弃物污染防治法》颁布了《国家危险废物目录》，其中医疗废物是危险废物之首，这也反映了我国对医疗废物处理的莫大重视。2020 年，我国十部门联合印发《医疗机构废弃物综合治理工作方案》，要求加强集中处置设施建设，在 2020 年底实现每个地级以上城市至少建成一个符合运行要求的医疗废物集中处置设施；到 2020 年 6 月底，实现每个县（市）都建成医疗废物收集转运处置体系。

随着 SARS、禽流感、H1N1、埃博拉、新型冠状病毒等公共卫生突发事件的发生，医疗废物的回收已引起全世界的关注。信息网络的飞速发展，尤其是 RFID、GPS、GIS、无线通讯技术以及区块链、大数据、人工智能、云计算等技术的发展，大大增加了医疗废物回收的可能性，提高了医疗废物回收处理的效率。良好的医疗废物的回收和处理方案，不仅是保护环境也是一种资源节约。医疗废物的回收和应用涉及方方面面的问题，从根本上讲，医疗废物的回收是对可持续发展新趋势的回应，是保护环境与社会效益的双赢局面。

一、医疗废弃物行业逆向物流

（一）医疗废弃物理论

1. 医疗废弃物概念

根据 WHO 的定义，医疗废物是医疗过程产生的副产品，是指医疗单位生成的全部废物，包括注射器、手术刀等利器，血液、身体组织切片，化学品、药物，放射性物质，医疗器械等。2013 年，医疗废物被美国环保局定义为医疗机构，如医院、诊所、医生办公室、牙科诊所、血库、兽医医院、诊所以及医学研究设施和实验室生成的所有废物。目前，中国的医疗废物概念已经明确界定，医疗废物主要来源是患者的平常生活、医院确诊和医治过程中生成的特殊污染物。尽管医疗废物的总量与普通废物相较不算多，但是其中包含的寄生虫、病原微生物等物质远远超过固体废弃物，是各种传染病的重要源头之一。

2. 医疗废弃物分类

我国国务院环境保护行政主管部门和卫生行政主管部门共同制定的《医疗废物分类目录》借鉴了世界卫生组织对“特殊医疗废物”的分类方法，将医疗废物划分为病理性废物、感染性废物、化学性废物、药物性废物和损伤性废物，具体如表 2-1 所示：

表 2-1 医疗废物分类

废物种类	含义	实例
感染性废物	携带病原微生物，具有引发感染性疾病传播危险的医疗废物	被病人血液、体液、排泄物污染的物品，包括棉签、棉球、引流棉条、纱布及其他各种敷料；一次性使用医疗用品及器械；一次性使用卫生用品；废弃的被服；其他被病人血液、体液、排泄物污染的物品
病理性废物	诊疗过程中产生的人体废弃物和医学实验动物尸体等	医疗机构收治的疑似传染病病人或者隔离传染病病人产生的生活垃圾；病原体的培养基、标本和菌种、毒种保存液
损伤性废物	能够刺伤或者割伤人体的废弃的医用锐器	各种废弃的血液、血清；废弃的医学标本；一次性使用的医疗用品及一次性医疗器械视为感染性废物；医用针头、缝合针；各类医用锐器，包括手术刀、备皮刀、解剖刀、手术锯等；玻璃试管、载玻片、玻璃安瓶等
药物性废物	过期、变质、淘汰或者被污染的废弃的药品	废弃的一般性药品，如：抗生素、非处方类药品废弃的细胞毒性药物和遗传毒性药物，包括：致癌性药物，如环孢霉素、司莫司汀、环磷酰胺、苯丁酸氮芥、奈氮芥、苯丙胺酸氮芥、三苯氧氨、硫替派等；可疑致癌性药物，如顺铂、阿霉素、丝裂霉素、苯巴比妥等；免疫抑制剂废弃的疫苗、血液制品

化学性废物	具有腐蚀性、毒性、易燃易爆性的废弃的药品	废弃的过氧化乙酸、戊二醛等化学消毒剂；废弃的汞血压计、汞温度计；医学影像室、实验室废弃的化学试剂
-------	----------------------	--

（二）医疗废弃物逆向物流理论

医疗废弃物的逆向物流是指产生于各级卫生医疗机构的医疗废弃物，通过分类、包装、运输，最终由处置企业进行无害化处理的过程，整个回收处理过程受政府相关部门的监督管理。其不但具有逆向物流的一般属性，而且更具有其特殊性：

（1）医疗废弃物属于危险品，具有传染性，其产生、收集、仓储、运输以及最后的处理等环节都带有一定的危险性，所以须要针对各个环节进行特殊处理；

（2）对医疗废弃物的回收处理在时间上有严格要求，规定各医疗单位和回收处理企业必须在规定的时间内完成医疗废弃物的分类回收处理工作；（3）医疗废弃物的最终处理必须达到无害化处理的标准和要求，处理具有再利用价值部分要进行严格的消毒，对不可回收利用的部分可采取掩埋处理。

具体医疗废弃物逆向物流流程如图 2-2 所示：

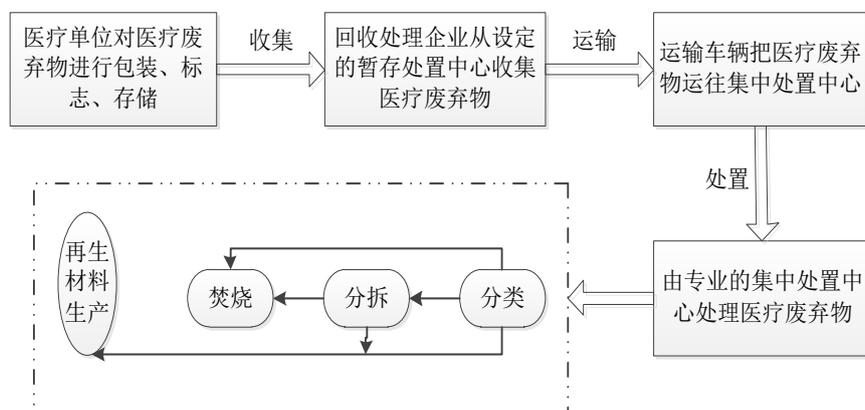


图 2-2 医疗废弃物逆向物流系统流程

（三）我国实施医疗废弃物逆向物流存在的问题

1. 分类收集体系有待完善

医疗废弃物的分类收集是实现医疗废弃物回收处理网络高效运行的首要环节，但是，我国大多数医院，尤其是中小城市和偏远地区的医院，医疗废弃物的收集并没有进行分类收集，而是经常与普通生活垃圾混杂在一起收集处理，不仅给医疗废弃物的收集工作造成麻烦，还在一定程度上造成了环境污染。个别大城市

对医疗废物的分类收集也只是停留在起步阶段。

2. 收集设施亟需科学布局

目前，城市中医疗机构众多，且分布相当分散。虽然某些城市设置了相应的收集点以回收其覆盖范围内的医疗机构所产生的医疗废弃物，但是这些收集点的设置大多是根据经验选定，而并非根据科学的规则，这势必会导致其布局的不合理，从而造成回收成本的增加，使回收处理企业的收集工作变得非常复杂。

3. 运输设备及流程问题亟需专业化升级和处理

医疗废弃物的在途运输不同于其他废旧物资。首先，运输需配专业化设备，以防止医疗废弃物泄漏和疾病传染；再者，医疗废弃物产生点分布很分散，并且其回收处理必须在产生之后小时内完成，因此，回收处理企业必须考虑距离、时间等多方面的因素进行回收运输工作。然而，目前我国在医疗废弃物的实际回收处理过程中并没有严格按照规则来完成。

4. 处理费用亟需统一标准

目前，我国对医疗废弃物有两类收费标准：按医疗机构的床位数收费；按医疗废弃物的产生量，按重量收费。如果按床位收费，各医院可能将生活垃圾等也拉到医疗废弃物处置企业处理，使得运行成本超出正常处理费用，增加了处置企业的负担。如果按重量收费，就会出现与上述相反的现象，大大降低了医疗机构的自觉性，同时也增加了医疗机构的负担，可能导致医疗废弃物混入生活垃圾流向社会，使其得不到无害化处置。

5. 缺乏监督机制，法律法规不健全

医疗废弃物管理部门涉及到卫生、环卫、环保三家，但是目前对其还没有明确的分工，造成医疗废弃物管理混乱。《医疗废物管理条例》还处于试行阶段，虽然为管理医疗废弃物提供了法律依据，但是尚且缺乏实践。

6. 可回收制品没有得到科学的回收利用

很大一部分的医疗废弃物是可以进行回收处理利用的，但却没有得到合理回收处理，或者回收处理手段不科学，造成环境污染和资源的浪费。

7. 黑色倒卖、回流社会现象需进一步遏制

由于医疗组织对于医疗废物的管理不太规范，有些医院以书面登记形式来记录处理信息，但书面登记数据易修改，登记的准确度不高、不全面且效率不高，

容易出现断节，直接导致医疗废物被“有心人”利用，容易形成“黑色产业链”；医疗废物的运输过程监管不到位，当前的包装容器的技术有瑕疵，容易造成运输过程中医疗废弃物被泄露，流入社会。

很多家医疗组织所产生的医疗废物交由外包公司处理，处理废物的人和事全由外包公司一手承包，没有他方的监管，增加了医疗废物流入社会的可能性。

8. 突发公共卫生事件下医疗废弃物应急处置能力有待提高

目前，我国应对医疗废物处置的应急管理和应急处置装备（包括转运车辆、转运箱、应急处置设施等）储备明显不足，依靠大规模的行政手段的“临时抱佛脚”做法使得应急处置总体处于被动状态。所以，我国的医疗废弃物应急管理缺乏医疗废物应急设施、缺乏医疗废物转运车辆和转运箱、缺乏应急设施现场处置人员。本次武汉医疗废物应急处置过程中表现较为明显。

同时在处置设施处置效果方面，难以达到正常情况下环境排放标准要求，火神山和雷神山采用的应急焚烧处置设施总体技术水平较低，设施体系不健全，给环境和现场操作人员身心健康带来隐患和威胁。同时废物具体类型复杂，含水量比正常情况下收集废物的含水量明显偏高，对焚烧设施的运营不利。

（四）实施医疗废弃物逆向物流的必要性

目前，我国对医疗废弃物的回收处理还处于相对落后的阶段，但是随着医疗水平的提高以及政府对环保卫生工作的逐步重视，提高我国医疗废弃物回收处理水平迫在眉睫。其必要性主要体现在以下几个方面：

1. 有利于降低医疗废弃物的危害性。医疗废弃物本身具有危害性，主要表现为短期的急性危害和长期的潜在性危害，前者主要是指急性中毒，后者主要是指慢性中毒、致癌、致突变、污染地面或地下水等。如果处理不当，将对环境和人类健康造成不可估量的危害。

2. 有利于节约回收处理成本。对医疗废弃物收集点优化布局、车量回收运输路线优化调整，不仅可以降低收集点等设施建设成本以及车辆在途运输成本，还可以提高回收效率，从整体上降低回收物流的总成本。

3. 有利于节约资源，保护环境。并不是所有的医疗废弃物都没有再利用价值，比如针筒等某些塑料制品经过严格的消毒后，通过再加工过程是可以再使用的，这在一定程度上有利于节约资源。加强对医疗废弃物的回收管理，降低其遗

漏或泄露的可能性，有利于保护环境，降低对人体健康产生的危害。

二、自动化技术和区块链技术在医疗废弃物逆向物流中的作用

（一）自动化技术在医疗废弃物处置中心的作用

在医疗废弃物处置中心，传统的医疗废弃物的处置环节需要操作人员打开周转箱上盖或过多的接触医疗废物周转箱，他们的肢体及口眼耳鼻难免会接触到颇具感染性的医疗废弃物。特别是疫情期间，高感染性的医疗废弃物会导致二次感染。另外，收运及上料人员毕竟不是医护人员，对医疗废物的认识不深，在每天搬运几百箱医疗废弃物后，对其危害性的警惕感也会慢慢松懈，而且每一箱医疗废弃物的成分也十分复杂，对内部是否具有感染源及何种危险感染源无法分辨。而自动化机械手臂、传送带、传送链或者滚筒输送带之类自动化机械设备的使用实现全自动的开盖、卸料以及周转桶的清洗等，可以大大降低操作人员的感染率，减少职业病的发生，也可以大大提高医疗废弃物的处置效率。

（二）区块链技术在医疗废弃物逆向物流中的作用

医疗废弃物的处理有很多环节：从垃圾产生、分类、打包、暂存、院内转运、集中贮存、院外转运、终端处置，还需要经过多方协同。多个环节周转加上负责各个环节的人员穿插在一起，导致我们无法确认每个环节是否处理到位，而任何一个环节的疏漏都可能让这些“医疗垃圾”最终成为黑色产业链的发财之源。而区块链具有成为第四次产业革命的新生能力。将区块链移植到多数行业的适应情况分析，因其具有强大不可逆的记录功能、去中心化、高度透明公开的区块信息与技术等独特优势，而产生较高的评价。区块链与医疗废物的处理结合起来，将会解决很多目前无法处理的问题。

1. 利用“医疗废物信息记录链”全面登记回收信息

“医疗废物信息记录链”有利于信息的系统化和持久保存。区块信息由每个环节的负责人全面安全地记录相关重要信息，按照时间顺序形成记录的信息化的区块可以有效快速地生成医疗废物处置信息记录系统，加上难以篡改的“时间戳”可以让旁观者直观地看到医疗废物处置的各个环节时间是否符合国家标准以及各批次医疗废物的处置情况。让使用者可以追溯到每一批医疗废物具体信息以及负责人，为日后再现的黑色交易链提供追责条件。

“区块链+医疗废物处置融合发展”以溯源码为载体，医疗废物具有量多、低

值的特点。各个流程的医疗废物处置操作人及时将医疗废物分类处置后的相关信息上传至区块并形成新的区块，依托溯源码作为信息传递的载体，通过专人溯源码收集和监控数据，追踪确认医疗废物的处理、运输、处置等各环节，从而实现多方全方位网络式监督。

2. 不可篡改技术保证医疗废物信息真实性

区块链具有不可篡改性，一旦信息经过验证并添加至区块链，就会永久存储，除非能够同时控制系统中超过 51% 的节点，否则单个节点上对数据库的修改是无效的，因此区块链的数据稳定性和可靠性极高。当新区块产生后，各点所保存的信息可以给使用者形成一种直观判断，能从表面看出数据是否存在逻辑矛盾。

3. 去中心化技术帮助医疗废物监督

去中心化有利于提高医疗废物监督的力度和广度。由于使用分布式核算和存储，不存在中心化的硬件或管理机构，任意节点的权利和义务都是均等的，系统中的数据块由整个系统中具有维护功能的节点来共同维护。在医疗废弃物的区块系统中，医院和保洁公司、民众、国家监督机构同时参与去中心化自治组织，利用各方的利益起到牵制作用。去中心化可以使各方站在平等的角度上看问题，相对平等的话语权能使医疗废物制造者和处置者以及监督者自治，且区块多、节点多以及不可篡改的特性使非法分子之间的勾结难度增加，勾结成本增加，不合法化减少。从商业的角度来看，在区块链的基础上可以构成一个“联盟链”，各参与方都清楚了解处置的每一步骤，可以利用区块链的特性，让医院、对应的保洁公司和相关的能源回收行业处于一条链上，省掉中间步骤，在一定程度上把医疗废物的现有商业处理模式全部重构，吸引各方人士加入，共同助力提高医疗废物的处理效率，促进医疗废物的再生化。

4. 透明公开技术促进医疗废物行业优化

区块链的应用可以实现信息的透明化和公开化，从而有力地保持数据的完整度、可信度、真实度。系统是开放的，除了交易各方的私有信息被加密外，区块链的数据对所有人公开，任何人都可以通过公开的接口查询区块链数据和开发相关应用，整个系统信息具有高度透明。这从根本上突破了传统的人工手写记录，提高了工作效率，增加了数据的可信度，减少了各方的监督成本和猜疑心，缓解了社会信任危机和遏制黑色产业链的滋生。区块信息的公开性有利于促进医疗行

业和医疗废弃物处置行业的升级和优化。医院可更好、更客观地选择医疗废弃物处置公司，一方面可以看出医疗废弃物处置行业的业务水准以及其能力，从可预测的前景看，如果加入政府积极的宏观调控以及科学的市场规律，必然会促进医疗废弃物处置行业自身竞争力；另一方面，对于医院来说可供选择和信任的医疗废弃物处置行业增加，也可以降低处置成本。公开医疗废弃物处置情况信息有利于医疗废弃物处置行业在日常工作中系统、高效地整合和运用资源，通过各个医疗单位节点记录医疗废物存放地点甚至具体品种数量等，医疗废弃物处置行业可便捷地获取整和信息，诸如车队和人力等资源来合理规划运输的路线以及成本投入，再者也减少了双方为医疗废物产生的规模洽谈和预测的时间和精力，区块链使保洁公司达到资源利用最大化。区块链不仅引领了医疗废物处理的变革，也间接推动了行业的升级与优化。

三、D 公司医疗废弃物回收系统分析

（一）D 公司概况

D 公司是 D 市政府特许授权的一家专业从事医疗废弃物处置的环保企业，公司本着“致力环保、服务社会”的企业精神，通过“规范化管理、封闭式收运、全方位服务”的运营流程实现对 D 市医疗废物集中处置中心的投资、建设、收集、贮运及焚烧处置一体化管理。2007 年初新建的医疗废物集中处置中心正式投入运行，该中心总投资 2957.4 万元，采用先进的“汉氏 LXRF 立式旋转热解气化焚烧炉”技术，建设一条日处理能力 25 吨医疗废物焚烧生产线。该中心还配备了医疗废物储存仓库和 12 辆医疗废物冷藏运输车，安装了烟气除尘、脱硫装置及烟气在线监测系统，实现了医疗废物的密闭运输及医疗废物上料、倒料、清洗的自动化，严防医疗废物在运输、处置过程中对环境造成二次污染。该中心整体生产水平和自动化程度处于国内同行业领先水平，能满足 D 市市区和县全部医疗废物的处置需求。目前，D 公司医疗废物集中处置中心仍处于运营的过渡阶段，企业经营比较专一，处理设施技术处于领先水平，但由于企业仍然在不断的探索 and 实践中寻求发展。尤其在企业的物流运输系统方面，仍然沿用原政府管理时期的经验模式，缺少科学合理的物流方法和手段，物流成本较高。企业的废弃物运输系统仍然在摸索中寻求一种更加科学运作方法，以求更加环保并且能够节约更多的成本。

（二）D 公司医疗废弃物回收处置分析

1. 发生源及回收点分析

据初步统计，D 市内拥有医疗机构 1100 多家，其中二级以上医院 30 家，一级以上医院 50 家，社区医院 54 家左右，门诊部 50 余家，诊所 900 余家，宠物诊所 30 余家，医疗美容 20 余家，其余的还有企业卫生所和大中院校卫生所，其中各类诊所数量变化比较频繁。各类医疗机构以及各医疗机构的各个部门的功能不同，所产生的医疗废弃物的种类也不尽相同，再加之医疗废弃物的有害性和对环境的污染性，给医疗废弃物的回收工作产生的很大的难度。

根据目前 D 医疗机构情况以及医疗废弃物产生的量，依据国家相关法律和规章制度的要求，全市共设医疗废弃物收集点个左右，其中一级以上医院由于日产生的医疗废弃物数量较多，全部在本医院内设置废弃物收集点，并在医院设置储存房以保证医疗废弃物的安全存放和转移。社区和门诊部分设置废弃物储存房，部分由 D 公司在户外指定地点增设废弃物收集柜。企业和学校的医疗部门在机构内部设置垃圾柜。小门诊的数量由于不稳定而且产生的废弃物数量较少，一般不单独设置医疗废弃物存放点，采取临近转移的方式进行处理。个别机构由于地理环境比较偏僻，在周边无收集点的情况下单独设置医疗废弃物收集点。

由于小诊所的地理位置比较分散，而且产生的废弃物数量比较少，为了节约物流成本和有利于集中收集，所以在保证废弃物不外泄的前提下，每天尽量将小诊所的医疗废弃物转运至周边的大医院集中收集，转运的成本小诊所自行承担。收集点设置原则为一级医院周边 500 米内的个体小诊所和社区就近转移到医院的储存点。

2. 收运方式分析

D 市医疗废弃物的收集是由医疗机构在废弃物产生后进行收集，首先在不同的医疗科室所产生的废弃物的种类可能有所不同，大致分为两类：感染性废物和损伤性废物。不同类型的废弃物用不同的包装方式进行收集密封，然后运送至指定的医疗废弃物收集点，在收集点内有企业特制的医疗废弃物收集桶，将废弃物分类装入带有明显标识的收集桶内。

D 公司派出专门的医疗废弃物运输车辆，每日到指定的医疗机构的指定医疗废弃物收集点进行收集。根据相关法规的规定和充分考虑到环境保护的因素，医

疗废弃物的运输工作在早上十点以前必须完成,并且运输车辆的行车路线尽量避免主要交通路线和商务地区。由于国家规定,医疗废弃物存放不得超过两天。所以二级以上医院每天收取一次,一级医院和社区、门诊部、工厂学校每两天收取一次。

公司共投入 9 辆医疗废弃物收运车,负责全市的医疗废弃物的收运工作。其中市内共投入 3 辆箱式运输车。各车辆的行车路线并无明确规定,各个收集点的收集顺序和各车辆的分配仍然遵循以前的经验方法。以市内四区为例,共投入 3 辆收集车辆,其中一辆载重量较大的负责收集所有一级以上医院,然后根据收集后的地理位置和车辆的装载情况就近收集,其他两辆收集车把市内其他区域分成两部分按地理位置情况依次收集。

3. 处置方式分析

D 市生活垃圾处置的主要方式是焚烧,2007 年年初新建的 D 公司医疗废物集中处置中心正式投入运行,该中心总投资 2975.4 万元,采用先进的“汉氏 LXRF 立式旋转热解气化焚烧炉”技术,建设一条日处理能力 25 吨医疗废物焚烧生产线。

近年来医疗废弃物的成分发生了很大的变化,可回收利用物越来越多。根据医疗废弃物的成分和危害程度可将医疗废弃物分为可回收利用的医疗废弃物和不可再用的废弃物,如医疗废弃物中的塑料部分和玻璃瓶部分可以通过消毒处理和再加工生成可以再利用的工业原料,既处理了废弃物又实现了资源了循环利用。

目前 D 公司拥有一个医疗废弃物处置中心和一个小型的再生材料加工工厂。废弃物运送到中心后进行简单的分拣后分别运送到焚烧工厂和加工工厂。

四、D 公司面临的问题

现阶段令公司员工头疼的事情是,该公司的在收集点布局方面不太合理,存在行政区域分割问题。如有的区域收集点数量过多,收集点比较密集,完全可以集中到一点方便车辆运输;有的收集点太小,医疗废弃物的数量很少,车辆单独运输造成不必要的资源浪费,完全可以就近转移。因为不能有效地对废弃物收集点进行合理配置,协调各个收集点的关系,结果造成投资过高而效益低下的困境。

同时,李师傅一直是 D 公司运输车辆的司机,他一直以来都觉得公司各个车

车辆的行车路线没有经过科学的规划,也没有进行明确的区域划分和具体分工,车辆的载重量和所收集的废弃物的重量没有进行合理分配。各车辆收集废弃物的运作方式是各自独立运行的,没有相应的控制系统,造成有的车辆的废弃物运输工作量都远远达不到饱和状态,而有的车辆因为还未完成工作就已经满载所以导致资源的不必要的消耗。即医疗废弃物运输车辆行车路线缺乏系统整体性,造成废弃物收集过程资源配置不当,存在严重浪费。所以公司的员工都认为这是造成企业亏损的重要原因。因此,现阶段D公司的关键问题是如何设计一个合理的、科学的医疗废弃物回收信息系统,提高医疗废弃物运输效率,降低运输成本。

该公司的林师傅在收集医疗废弃物的时候发现一种严重的现象。由于部分废弃物的可再生利用性,具有重要的经济价值,部分非法企业和个人就违法回收这些可再生的医疗废弃物,并私自进行处置和加工,造成了公司没有办法对这部分医疗废弃物进行合理处置以及个别医疗机构的违规存放和处置医疗废弃物造成对环境的严重污染,林师傅觉得需要采取必要的措施以提高废弃物的回收率。在处置,分拣和再加工环节企业需要规范工人的操作流程和规范,避免有害物质的流失,提高可再生资源的生产效率,提高企业效益。但是,现在这个问题一直都没有解决,并且一直存在。所以,D公司应该如何做才能够避免可再生利用的医疗废弃物非法流出去,提高公司可再生资源的生产效率,提高企业效益呢?

新型冠状病毒肺炎疫情的突然爆发,致使全国各地的医疗废弃物数量呈指数式增长。疫情下的医疗废弃物具有高度感染性,若不及时处置会造成二次污染。同时疫情下的医疗废弃物的收集、暂存、运输以及处置较为严格。各个病房以及科室需收集所有的医疗废弃物,并且将其正确的分类,对于疫情下的医疗废弃物需要用双层黄色垃圾袋包装,将垃圾袋上标明新冠标识,并用鹅颈式胶带进行封口,严格的密封处置,避免其二次感染。然后通过医院专门的运输通道,回收至医院的暂存处暂时存储,但是根据相关要求,医院的暂时存储不能超过24小时,因此,医院同医疗废弃物处置中心需在24小时之内交接完毕。并使用专车专人将其运输到医疗废弃物处置中心,医疗废弃物处置中心应当优先处置疫情下的废弃物,并根据国家要求,该医疗废弃物在医疗废弃物处置中心暂存时间不能超过12小时。在医院交接的时候以及运输到医疗废弃物处置中心后均需要称重,比较前后两次的重量,以防途中医疗废弃物丢失,对环境和人体健康造成巨大的影

响。

D 公司积极承担社会责任，主动承担起疫情下医疗废弃物的处置工作。但是，现阶段令各位员工头疼的是，由于上述所说的，该公司收集点布局不太合理，运输系统也不是很完善，导致在医疗废弃物激增的初期，公司难以及时处理如此多的医疗废弃物，且在医疗废弃物增长的中后期，除了医疗机构，还有各个隔离点、机场、车站等各个地方的医疗废弃物均需要处理，无疑又增大了医疗废弃物的处置难度，那么该公司应该如何合理的布局各个收集点，以及该如何设置运输路线，做到既可以以最短的时间内运输医疗废弃物回公司，又可以避免人群密集的路线呢？D 公司应该怎么利用智能化的技术比如自动化、智能化技术在短时间内提高医疗废弃物的处置效率，并且使得员工能够远离感染源，尽可能的减少二次感染呢？同样，D 公司应该怎么利用智能化技术减少对运输的过程中进行监督管理，避免医疗废弃物丢失情况的发生？

英国著名物流管理专家马丁·克里斯托夫说过，“21 世纪的竞争不是企业和企业之间的竞争，而是供应链与供应链之间的竞争。”国家近些年一直提倡绿色循环发展，因此，多数企业强化绿色供应链管理向绿色转型，D 公司同样面临着向绿色转型的问题。该公司可以在运输、处置等多个方面进行绿色化处理，尽可能的减少对环境的影响，但是公司目前还没有一个切实可行的方案。这也是 D 公司现在面临的一个难题。

面对以上存在的问题，王经理表示，公司也一直在寻找解决方案，希望建立高效、可持续发展的医疗废弃物回收系统。虽然各个部门提出了一些有关逆向物流商业运作的创新想法，但都比较发散和碎片化，如何标准化、流程化和体系化地给出一个规划思路，仍然是眼前公司管理层亟待解决的难题。

方案设计要求：

请参赛队针对以上案例 2 材料，参考问题点选择性着手（但不限于这些问题点），形成完整的 D 公司医疗绿色供应链与废弃物逆向物流商业模式设计方案或 D 公司医疗废弃物绿色供应链与逆向物流发展战略及运营方案。作品设计可以结合或参考绿色供应链与可持续发展、逆向物流与闭环供应链、第五利润源与 RLOM 模型等理论及方法，设计方案可以是文字材料、数学模型、软件或工程设计等。

1. 结合数字化逆向物流、人工智能、大数据等智能化技术的背景，针对城市以及农村医疗废弃物分类实操中的不规范行为，设计规范化的医疗废弃物分类系统。

2. 结合绿色运输、绿色包装、绿色处理等绿色供应链的内涵，设计医疗废弃物逆向物流处置方案，帮助 D 公司强化绿色供应链管理向绿色转型。

3. 针对医疗废弃物的黑色产业链问题，分析形成黑色产业链的具体原因并提出你的建议。

4. 结合区块链、GPS、RFID 等技术，设计医疗废弃物监督管理系统。

5. 结合新型冠状病毒的背景以及自动化化技术，设计医疗废弃物自动处理控制系统，避免二次污染。

6. 对 D 公司现有的医疗废弃物运输子系统进行优化并提出未来可行的医疗废弃物运输子系统。

7. 结合循环经济理论，对 D 公司医疗废弃物逆向物流系统进行优化并设计未来可行的医疗废弃物回收系统。

8. 结合新型冠状病毒的背景，D 公司作为 D 市认证的医疗废弃物处置公司，积极承担社会责任，其应如何布局能短时间内实现激增情况下医疗废弃物的处置。

9. 自行立意，设计方案需与医疗绿色供应链相关。

参考文献

- [1]李素莹,林彦佩,马榕嘉,陈启畅.“区块链+医疗废物处理”融合发展研究[J].科技与创新,2019(17):20-21+24.
- [2]沈宇波.基于逆向物流理论的西安市医疗废弃物回收网络规划[D].西安电子科技大学,2014.
- [3]聂丽.农村医疗废弃物回收处理系统的构建与优化[D].中国农业大学,2015.
- [4]石丽红.城市医疗废弃物回收处理模式及其网络研究[D].大连海事大学,2011.
- [5]刘晓艳.城市医疗废弃物回收处理及其回收网络规划研究[D].浙江工业大学,2019.
- [6]孟佳.基于第三方物流配送的医疗废弃物运输车辆路径优化研究[D].北京化工大学,2019.
- [7]阎辛酉.瀚洋公司医疗废弃物回收处理逆向物流系统优化研究[D].大连海事大学,2009.
- [8]兰海舟.基层医院医疗废弃物管理现状与处理流程[J].资源节约与环保,2016(01):77.

- [9] 刘斌. 上海市医疗废弃物治理系统的经济性分析研究 [J]. 环境科学与管理, 2018, 43(11):6-9.
- [10] 李晓敏, 崔洪海, 丁飒, 苏嫚丽. 医疗废物处置技术及其运行实例 [J]. 环境科学与技术, 2010, 33(S2):658-663.
- [11] 彭小波. 医疗垃圾回收处理监控系统设计与实现 [D]. 西南科技大学, 2018.
- [12] 高勇. 全过程管理应用于医疗废物集中处置的实例研究 [D]. 华中科技大学, 2005.

案例三 新型冠状病毒肺炎疫情下冷链物流破局之路

引言

随着科学技术的进步、制冷技术的发展，以冷冻工艺学为基础，以制冷技术为手段的食品冷链技术也在不断发展。冷链物流是指冷藏、冷冻类产品在生产、加工、贮藏、运输、分销和零售、最后到消费者手中的各个环节始终处于产品所必需的低温环境下，从而保证食品的新鲜度，是保证食品质量安全、减少损耗、防止污染的特殊供应链系统。当下冷链物流的主体还是在前端产地集中区、农产品是冷链运输的主要货源，如图 3-1 所示，根据中国物流与采购联合会冷链物流专业委员会（以下简称“中物联冷链委”）统计，2019 年我国冷链货物中，肉制品占比为 37%、水产品占比为 22%、水果占比为 12%、蔬菜占比为 6%、乳制品占比为 4%、速冻食品占比为 4%、医药占比为 15%。

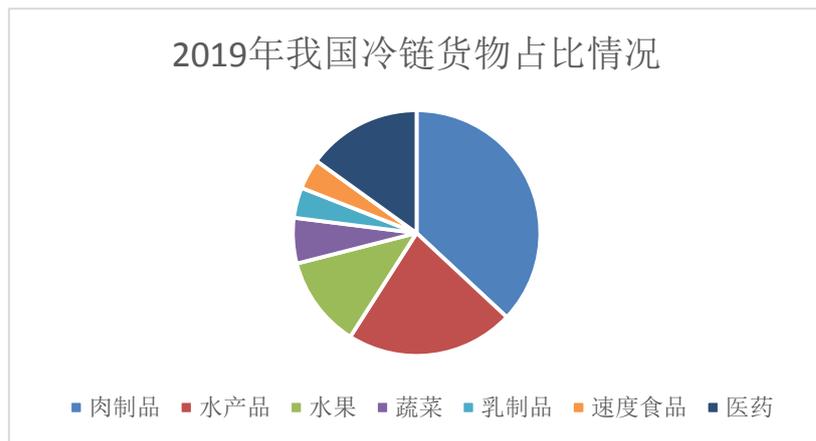


图 3-1 2019 年我国冷链货物占比情况

数据来源：中物联冷链委

冷链物流能通过保持低温环境实现食品、药品质量安全要求、减少损耗、防止污染，因此随着人们对食品安全的日益重视，冷链物流处理方法已成为无公害保鲜与贮藏食品、药品的最佳方法。在整个消费升级的大背景下，我国冷链物流还是保持了快速的增长态势，主要体现在以下四个方面。

第一，冷链市场需求方面。2019 年冷冻冷藏水产和肉制品进口量上涨至 1000 万吨左右，果蔬、肉制品、水产品、乳制品总产量突破 13 亿吨。如表 3-1 所示，从需求总量、市场规模、冷库总量、冷藏车保有量等多个方面看，冷链市场需求巨大。

表 3-1 2017 年-2019 年我国冷链市场需求

	2017 年	2018 年	2019 年
冷链需求总量(万吨)	13913	18870	23520
冷链市场规模(亿元)	2550	3035	33912
全国冷库总量(万吨)	4750	5238	5972
冷藏车保有量(万辆)	14	18	21.47

数据来源：中物联冷链委

第二，冷链基础设施方面。在中共中央政治局会议提出实施城乡冷链物流基础设施补短板工程的要求后，我国冷链基础设施建设加快推进。2018年，我国冷链基础设施设备水平进一步提升，全国冷库总量达到5238万吨（1.3亿立方米），新增库容488万吨，同比增长10.3%，主要集中在北京、上海、广州、深圳以及福建、天津、浙江、江苏、山东、重庆、河南等地。全国冷藏车保有量突破18万辆，新增冷藏车4万辆，同比增长28.6%；国内新开通铁路冷链线路近20条，铁路冷链运量超过160万吨；公路冷链货运周转量达到1320亿吨公里，同比增长20.3%。

第三，冷链运输环节方面。2018年，我国冷链物流企业运输环节各项指标总体呈增加趋势。在增长项中，总运输量排第一，55.9%的企业表示总运输量相比上年有所增加；在减少项中，运输人员排第一，23.6%的企业表示运输人员有所减少。今后未来5年内，我国每年消费易腐食品超过10亿t，其中需要冷链运输的超过50%，但目前综合冷链流通率仅为19%。

第四，冷链仓储环节方面。2018年，冷链物流企业仓储环节指标中，总入库量、总出库量、安全库存量增长趋势明显，仓储人员、仓储/物流中心建设、托盘/叉车等设备、信息化程度与上年持平无明显变化，周转天数减少最为明显。

在物理保鲜方法中，低温贮藏是在实际生产中应用最广的方法，所有果蔬在采后都会直接进入冷库进行预冷处理，在果蔬跨地区运输销售的过程中，全程低温也保证了果蔬的品质不会发生显著变化，因此完善保鲜冷链物流建设对于果蔬防腐保鲜具有重要意义。

一、冷链物流理论基础

（一）冷链物流的含义

目前，学术界对冷链物流(cold chain)的定义是：将易腐、生鲜食品在生产、储藏、运输、销售直到消费前的各个环节中始终处于规定的低温环境下，以保证食品质量安全、减少损耗、防止污染的特殊供应链系统。冷链物流的特殊性体现在两个方面：

一是对象的特殊性。冷链物流的对象是容易腐烂变质的生鲜食品；

二是作业环境的特殊性。冷链物流的储运和作业环境必须限制在适宜的低温环境下。

根据这一特殊性，结合自己的研究，本文把冷链物流定义为：冷链物流是指采用一定的技术手段，使生鲜食品在采收、加工、包装、储存、运输及销售的整个过程中，不间断地处于一定的适宜条件下，最大程度地保持生鲜食品质量的一整套综合设施和管理手段，这种由完全低温环境下的各种物流环节组成的物流体系称为冷链物流。冷链物流把易腐、生鲜食品的生产、运输、销售、经济和技术等各种问题集中起来考虑，协调相互间的关系，以确保易腐食品在加工、运输和销售过程中的质量和安全，是具有高科技含量的一项低温系统工程。

(二) 冷链物流的构成

冷链物流由冷冻加工、冷冻储藏、冷藏运输及配送、冷冻销售四个方面构成。

1. 冷冻加工：包括肉禽类、鱼类和蛋类的冷却与冷冻，以及在低温状态下的加工作业过程，也包括蔬菜的预冷、各种速冻食物和奶制品的低温加工等。在这个环节上主要涉及冷链装备是冷却、冻结装置和速冻装置。

2. 冷冻储藏：包括食品的冷却储藏和冻结储藏，以及水果蔬菜等食品的气调储藏。它是保证食品在储藏和加工过程中的低温环境。在此环节主要涉及各类冷藏库、加工间、冷藏柜、冷冻柜及家用冰箱等等。

3. 冷藏运输：包括食品的中，长途运输及短途配送等。它主要涉及铁路冷藏车、冷藏汽车、冷藏船、冷藏集装箱等低温运输工具。在冷藏运输过程中，温度波动是引起食品品质下降的主要原因之一，所以运输工具应具有良好的性能，长途运输尤其重要。

4. 冷冻销售：包括各种冷链食品进入批发零售环节的冷冻冷藏和销售，它由生产厂家、批发商和零售商共同完成。随着大中城市各类连锁超市的快速发展，各类连锁超市正在成为冷链食品的主要销售渠道，在这些零售终端，大量使

用了冷藏、冷冻陈列柜和储藏库，它们成为完整的食品冷链中不可或缺的重要环节。

（三）冷链物流的特性

现代物流具有自动化、信息化、智能化、网络化和弹性化等综合特征，而其中的冷链物流由于其产品对象在质量、温度、湿度、时间和卫生环境要求等方面的独特性，而更加最具有增值的潜力和空间。从事冷链物流活动是一项较为复杂的系统过程，为了实现降低物流成本，提高服务水平以及促进产品销售的目标，需要物流供应链上各个环节之间要相互协调，保证信息的畅通、系统运作的高效率和资源的优化配置等。在冷链物流供应过程中，起关键作用的是针对不同特征的产品对象进行合理配送，相对于一般物流而言冷链具有以下特征：

1. 配送对象的易腐性

冷链物流通常配送的货物是具有生鲜和易腐特征的食品，它们在运输过程中可能会由于处理不当而导致产品质量下降或腐败变质。对于这类生鲜食品，在运输过程中能够保持的温度环境越低，原品质就能维持的越长久。即生鲜类食品的产品质量随时间变动而变化的过程中，“温度”是其最主要的影响因素。储藏环境下的温度越低，则越能够保持生鲜食品的品质不变的时间更长久。

2. 物流过程的时效性

生鲜、易腐产品的保质期往往较短，这类产品在运输过程中的时间长短会影响产品品质的稳定性。但由于因运输时间过长而造成的产品品质下降，消费者在购买时往往无法从表面识别。另一方面，保存期较短的生鲜、易腐产品如果在运输过程中因时间过长而造成了品质下降，虽不至于到腐败变质、无法食用的地步，但可能会在一定程度上影响产品外观，而导致降低了其被销售出去的机率。销售量减少，这属于销售商的损失，但究其原因是由于物流过程中的时间延误造成的，理应由负责运输配送的运营商来承担。在现实状况中，为防止这类损失的发生，生鲜食品销售商往往会在食品被运达销售端时，设定一个“时间窗”的限制。配送装备的特殊性生鲜类产品在配送过程中需要将其维持在某一特定的低温环境下，以免发生运输过程中的品质下降、腐败变质等情况。这就要求承运方采用特定的低温运输或是食品保鲜等冷链物流设备，例如大型冷藏库等。

3. 效率低、成本高的特性

据相关资料表明，我国生鲜食品由于在冷链运输过程中会产生大量损耗，也最终影响流向市场后的销售价格，据统计生鲜食品成本的左右是来自于冷链物流的费用，这一比重大大超过于一些发达国家。依据相关国际标准，这一比例不用超过从中可见差距甚大。究其原因，首先是由于我国的冷链食品生产企业多数规模较小、分布较散，同样作为销售环节上的诸如超市、农贸市场、餐饮企业、专卖店等也具有上述特点。因此冷链物流的承运商不得不重新考虑这部分的配送过程中的，为保持特定温度而付出的额外成本。农产品冷链物流的目的是保持生鲜、易腐食品的品质稳定性、防止从生产者到消费者的流通过程中产生变质，要达到这样的要求就必须保证食品的运输过程始终以低温控制为核心，因此相对于普通的常温物流来讲，冷链物流对运输设备的要求更高，操作也更复杂。首先它是一个建设投资需求量较大的庞大的系统工程，另外它的发展是和有效控制运作成本、保持低能耗紧密联系在一起。

4. 各环节的高度组织协调性

冷链物流系统是一个完整、统一的有机体。如果在系统运作过程中，由于某些原因造成各物流环节之间的信息不能正常流通，运输、储存、装卸等环节因无法正常沟通而失去协调性，就可能会导致冷链产品在运送过程中发生延迟，无形中加大了流通风险和成本。所以，相对于普通物流而言，冷链物流在组织管理的统一性和协调性方面的要求更高，这也是冷链物流系统高效运作的关键，即完善物流信息系统功能，有效预测市场需求，以准确、快速、及时的信息为导向，确保冷链食品及时、有序地流通。

5. 市场经营规模小、网络分散的特征

相对于一些发达国家而言，我国冷链物流产业的发展尚处于起步阶段，冷链物流企业的发展也极不成熟，绝大多数是新成立不久的、由原来的从事冷藏运输或仓储的相关行业转变而来的企业，因此普遍存在组织规模小、网络覆盖面窄、市场份额有限等问题。同时，冷链物流的基础设施也不完善，在管理上存在弊端。除了在数量上不能完全满足，在结构布局上也不合理，导致某些地方的冷库供给不足，而另一些地方的冷链设施又是长期闲置的现象时有发生。目前在冷链物流业内这种经营规模小、网络布局分散的特征导致了冷链物流市场的无序运作和竞争力有限的窘境。

二、新型冠状病毒疫情对冷链企业的影响

为防范新冠肺炎疫情通过进口冷链食品传入的风险，全国海关对进口冷链食品开展了新冠病毒监测，截至7月9日24时，全国海关共抽样监测样本227934个，其中产品样本43964个、内外包装样本147568个、环境样本36402个。其中，7月3日，大连海关从装在厄瓜多尔企业生产的冻南美白虾集装箱内壁一个样品样本中从厄瓜多尔企业生产的冻南美白虾的三个外包装样本中检出新冠病毒核酸阳性。同日，厦门海关从厄瓜多尔企业生产的冻南美白虾的两个外包装样本中检出新冠病毒核酸阳性。

同时，在此次北京新发地市场的聚集性疫情中，切割进口三文鱼的案板中检测到了新冠病毒，三文鱼由此也成为了关注焦点。目前冷链物流标准中有不少涉及冷库，场地包括批发市场的一些要求和规范，但比较分散，不系统，有总则无细则，落地和执行效果不理想。新发地三文鱼，从某个角度说可能是人员是新冠感染者所引发。相关标准已明确不允许患有传染性疾病的人员参与冷链实际操作，原有标准所传疾病种类需更新，同时对于相关人员健康情况的监控等要求还需补充。

本次疫情席卷全球，对于全世界范围内的流通环节都产生了影响。据了解，2020年四月英国方面就已经出现冷链仓储资源紧缺的情况。由于疫情影响，造成大量货品积压在仓库内，同时由于终端需求的大幅度下降，英国冷库容量逐步趋近于饱和。全球第一名的冷链企业Lineage就曾表示他们在英国的15个冷库现在冷库容量已经使用了90%。大量食物积压在冷库，英国冷链物流运输需求锐减。预估实际运输量仅为常规需求的40%-60%，部分司机也都处于休假状态。

中物联冷链委数据显示，68.42%的冷链企业反映，疫情发生后客户提出了新的要求，7.89%的企业表示客户要求运输、仓储环节防疫管理，42.11%的企业反映客户要求企业内部日常防疫管理等等，也有企业表示有客户提出减免租金和公路免征通行费政策实施后降低运费等要求。种种迹象表明，新型冠状病毒疫情在全球范围内的持续肆虐，与冷链物流始终息息相关，因此对于冷链企业的挑战也是极大的：

（一）运营挑战

运力和司机短缺，由于全国各地交通管制，物流不畅，防疫隔离、延迟复工

引起物流资源不足,物流园区吃饭住宿等生活配套设施不足,人员到岗受到影响;物流企业原有的仓网结构及线路规划带来挑战,进而一定程度在区域范围内对物流交付时效及成本产生影响。中物联冷链委数据显示,受疫情影响,大多数企业冷链运量都出现了下降,52.63%的企业表示运量减少30%以上,15.79%的企业运量减少10%-20%。在运价方面,52.63%的企业反映运价无明显变化,21.05%的企业表示运价上涨10-20%。

(二) 安全管理挑战

针对大型总分仓、分拨中心、配送站等劳动力密集度相对较高的物流工作场所,要求企业进一步充分考虑内部人员和货品防疫安全标准。

(三) 全球供应链挑战

由于中国是全球供应链的重要参与国,疫情不可避免地会通过影响中国经济而冲击全球供应链。随着疫情在海外多国的蔓延,全球供应链受到冲击的广度和深度都会增加。

(四) 高风险地区周边配送调运挑战

疫情防控期间,高风险地区采取了严格封路、限制人员流动的措施,由此出现蔬菜、水果等“菜篮子”产品出现供需阶段性和区域性失衡的状况。农产品流通环节也出现了明显的用工困难。养殖业中的猪和鸡,因为缺饲料,只能无奈限食,甚至停孵、处理鸡苗,政府关闭活禽交易市场。长途运费上涨,司机短缺,乡道、村道层层阻断,大量集贸市场、小超市关门休市,“菜篮子”产品进出两头受阻,调运艰难。

疫情揭露了在传统冷链物流企业的抗风险能力与核心竞争力的缺失。其中,存在粗放式的管理方式,此类管理方式下,企业的抗风险能力以及竞争力都相对较差,同时对于整体行业的良性发展也会产生影响。然而,真正拉开冷链同行差距的在于背后的供应链能力和精细化运营能力,而两者本质上考验的是企业的组织力和数字化能力。

三、新型冠状病毒疫情防控应急措施对冷链物流的影响

为全力做好新型冠状病毒感染的肺炎疫情防控工作,有效切断病毒传播途径,坚决遏制疫情蔓延势头,确保人民群众生命安全和身体健康,自1月23日10时起,武汉全市城市公交、地铁、轮渡、长途客运暂停运营。据3月6日《科

学》杂志的研究表明，1月23日开始的武汉出行禁令，延缓了国内病毒传播3到5天；截至2月中旬，减少了近80%国际传播。3月31日《科学》杂志的最新研究再次证明，武汉“封城”避免了70万新增病例出现。4月8日零时起，武汉市解除离汉离鄂通道管控措施。

然而，疫情防控的应急措施会对物流企业原有的仓网结构及线路规划势必带来了挑战，进而一定程度在区域范围内对物流交付时效及成本产生影响。武汉是九省通衢，北京地处全国政治中心，新疆扼“一带一路”要道，大连港阔水深，这些受新冠病毒疫情防控措施影响最大的典型地区，分别是华中、华北、西北、东北地区的区域仓和快递企业重要的高能级分拨中心所在地。各类应急措施手段的实施，对于疫情的抑制和防控，起到了至关重要的作用，但是封城措施对物流企业原有的仓网结构及线路规划势必带来了挑战，进而一定程度在区域范围内对物流交付时效及成本产生影响。因此，疫情防控应急措施对冷链物流的影响是显而易见的：

1、疫情期间港口报关、冷库仓储与配送出现了诸多问题，如拖车运力短缺、冷插匮乏、冷冻货柜积压，导致冷藏箱运输额外费用和 risk 陡增，后期得到了缓解。

2、货物通关时间延长：由于增加了检测范围和项目等，目前通关时间一般延长2-3天。

3、进口相关资源占用（成本）增加：增加相关操作及检疫环节后，对于相关资源的占用时间增长，同时也就意味更多资源的投入和成本的增加。

4、货品品相影响：由于喷洒消毒剂，对于商品的外包装产生影响，同时对于食品的安全性保障也造成风险。

由此可以看出，疫情期间，由于前期对于应急物流体系的搭建及规划不足，针对应急操作流程及数据库的搭建缺失，各地方及企业可参考的标准不足，在本次疫情中，对于各类物资的保障过程存在可优化环节。因此，需要建立应急联动机制，在疫情或其他突发事件发生时，开启运输白名单，使冷链运输更加流畅。成立区域冷链物流小组，整合车辆和司机资源，统一调度，解决区域成员的运营问题，保障食品等应急物资供给。

更重要的是，冷链物流对于技术要求较高，同时如何能够将合适的技术应用在合适的环节，也是目前冷链领域所关注的热点问题，对于疫情等此类特殊场景，也对于冷链环节技术的应用提出了更高的要求。因此，在此次疫情危机中，冷链行业后期更需要科技推动，进行全程可追溯、可视化，更高的资源调度利用水平，建立更高效的应急响应机制。

四、全球疫情爆发对冷链物流短期、长期发展的影响

受疫情爆发影响而被污染的生鲜食品由冷链物流运往全球各地，不仅威胁着人们的健康安全，更影响了冷链物流的发展。例如，在新发地的三文鱼案板上被检测出新冠病毒，最初信息不全、部分自媒体的片面解读，导致普通老百姓和部分商家对进口生鲜运输的误读，甚至一定程度的恐慌，短期内可能造成三方面直接影响：

1、消费者信心受打击，进口生鲜产品滞销，部分果蔬和鲜品过期变质，造成浪费；

2、进口生鲜运输链条秩序失衡，部分产品滞销库存增加，冷库爆满；国内冷藏车运量减少，导致运力闲置；冷藏集装箱拆空、周转速度下降，累积后会产生冷藏集装箱滞留港口的现象；

3、由于消费下降、库存增加、冷藏集装箱拆箱放慢，中国进口商将暂缓或者减少进口生鲜食品，减少损失。

此外，疫情期间港口报关、冷库仓储与配送出现了诸多问题，如拖车运力短缺、冷插匮乏、冷冻货柜积压，导致冷藏箱运输额外费用和 risk 陡增。因此，国外疫情的爆发，对于跨境农产品供应链整体产生较大影响，同时也给原本实现全程管控就存在较大困难的国际冷链物流环节，造成了更大的管控难点。

目前国内冷链相关卫生标准及要求确实，执行与监管无参考依据。近期国外多家肉类加工厂爆发疫情，此类工厂环境一旦有了病毒，会长期存在，对于食品行业会是个极大地考验，生产及加工工厂病毒消杀存在技术难点。冷链物流环节涉及各类专用设备，尤其对于国际冷链物流环节所涉及到的相关操作主体及设备更多，全过程中所有设备、资源、环境以及操作都可以达到满足统一冷链运作要求以及对于全过程实现统一的监督及监管难度极大。另一方面，跨境冷链运行的

每一环节，如境外采购、运输、通关、商检、税务、仓储、法律等所涉专业众多，对相关知识、经验、文化和语言等具有较高要求。

此外，由于新型冠状病毒既可以在低温中生存，又可以通过接触发生传播，在实际冷链操作的过程中，对于此类货品的接触及操作环节增加，同时也增加了货品的污染风险。全球疫情的爆发，进一步提高了冷链物流的操作要求，冷链物流的未来长期发展应格外注意安全防护，推动集约化管理，推进以整托为单元化作业，减少各环节的人员接触。

五、Y 公司简介

近年来，上海市静安区与云南省广南县结成扶贫协作关系，援滇干部们通过对长三角地区物流企业，不断加大产业扶持力度，实施产业扶贫新机制，始终扶到点上，帮到实处，增强产业发展“造血”功能，助力广南全面打赢脱贫攻坚战。作为上海市冷链物流企业的代表，Y 公司始终坚持走在脱贫攻坚最前线，将广南县最新鲜的农产品走出大山，及时、高效地推向上海市场。2020 年 6 月，在上海市消费扶贫专项行动启动仪式的对口地区推介产品环节，Y 公司的胡总登台为广南高峰牛等农产品精彩代言，展示推介获得了现场阵阵掌声和线上密切关注。推介期间，广南高峰牛和相关农产品倍受关注，高峰牛系列产品合作平台的浏览量增加了 113%，下单量较平时增加了 37 %。随着餐饮市场逐步复苏，广南高峰牛产品将在上海进一步寻求合作，拓展市场，打开销路。

（一）Y 公司开展消费扶贫项目的意义

消费扶贫，一头连着贫困地区，一头连着广阔市场。为了响应党中央和国务院关于深入开展消费扶贫助力打赢脱贫攻坚战的号召，落实消费扶贫部署要求，一方面积极拓宽贫困地区农产品销售渠道，推动消费扶贫；另一方面鼓励引导广大消费者购买来自贫困地区贫困群众的产品和服务，以消费促进贫困群众增收，促进精准脱贫。

1. 从田间到舌尖

在上海援滇干部牵线搭桥的帮助下，Y 公司通过直营航空运输、织密冷库网点布局、提升冷库储量能力、建设冷链销售接续点，最大程度地保障农产品的保鲜品质，帮助农户克服保鲜期短、运输距离长、易损坏等困难。以广南高峰牛为例，Y 公司将活牛运出云贵高原，运往上海附近进行屠宰，在最短的时间内全部

送达上海各主要市场，让广大消费者吃上帮扶地区绿色、优质的鲜牛肉，使得高峰牛在更大的市场上得到更多的认可。

2. 由舌尖入心间

Y 公司致力于广南县农产品通过冷链物流在上海的市场上流通，在这场脱贫攻坚战中，取得了不小的经济效益与社会效益。2019 年，广南高峰牛的销售额为 3790 万元，净利润高达 930 万元。即便受到疫情影响，2020 年上半年的线上销售额也不降反升。Y 公司的行动帮助了云南省当地龙头企业做大做强，保证流通效率，社会公平，实现区域协调的可持续发展。在带活产业链，实现行业良性循环的同时，也为贫困群众带来了不菲的增收效应。借助上海大市场、大平台、大流通优势，Y 公司进一步加大对广南的产销对接帮扶力度，把消费扶贫向纵深推进，助力广南如期完成脱贫攻坚任务。“2020 年因受疫情影响，资金特别紧张，Y 公司与援滇干部们扶持我们冷链系统建设资金，为我们企业减轻了很大的压力。”广南县 T 公司唐经理说。企业有了冷链系统，优质蔬菜将可以通过冷链系统运输到上海等大城市进行销售，企业的市场销路拓宽了，务工的档卡户也就有了收入保障，通过土地流转、就业、年底分红等方式带动带动两个乡镇 400 户贫困户，提供就业岗位，并周边村民 1096 户 5384 人，其中建档立卡贫困户 334 户 775 人。

（二）Y 公司业务存在的问题

1. 欠缺核心技术的研发，难以实现全流程品控溯源

品控部门的薛经理发现公司受疫情影响，销售业绩大不如前。他曾多次公司例会上向 CEO 吴经理反映这个问题，排除了公司销售业务能力等多种可能，最终分析发现：原来在消费升级的大背景下，消费者对于食品品质格外关注，同时，受新型冠状病毒疫情影响，安全溯源更是供应链企业不得不面临的一道难题。这也是令吴经理与薛经理二人头疼的地方，过去他们只关注农产品卖的好不好，而很少追究这些农产品的来源是否能让消费者放心；即便农产品的产地是可以得到保障的，但他们无法让消费者了解到这一情况。除此之外，农产品配送时是否被人为的不当操作而受到污染也是不得而知，针对这一问题，二位经理决定将目光投向无人配送、人工智能升级、区块链技术。

2. 未树立可持续发展理念，有待建设生态绿色的冷链物流体系

在 Y 公司当前的农产品冷链物流体系建设环节中，涉及到冷库搭建及冷藏汽车的配备，主要的冷链环节包括冷冻加工、冷冻贮藏、冷藏运输及配送、冷冻销售，如表 3-2 所示。

表 3-2 公司的农产品冷链环节

	业务范围	涉及装备
冷冻加工	鱼肉蛋禽类的冷却与冻结 低温状态下的加工作业 水果、蔬菜的预冷	冷却、冻结和速冻装置
冷冻贮藏	农产品的冷却和冻结贮藏 水果、蔬菜的气调贮藏	冷藏库、冷藏柜、冻结柜 家用冰箱
冷藏运输及配 送	农产品的中、长途运输 短途运输	冷藏车、冷藏船、 冷场集装箱
冷冻销售	进入批发零售环节的 冷冻储藏与销售	冷藏/冷冻陈列柜与 储藏柜

在冷藏运输过程中，温度波动是引起农产品品质下降的主要因素。所以运输工具应该具有良好的性能，在保持规定低温的同时，更要保持稳定的温度，这在长途运输中尤其重要。在温控设备设施方面，Y 公司在行业中素来保持着稳定、快速的优势，但一味地追求速度与结果，致使 Y 公司的业务成本急剧上升，尤其在受到此次疫情影响下，公司业务量缩减，效益不如前，致使应急预案不充分、运力浪费、能耗碳排高居不下等问题显得格外刺眼。尽管公司内部意见不一，但吴经理一锤定音表示，公司未来计划以可持续发展为目标，建设高效低耗、简约绿色的冷链物流体系。

方案设计要求：

请参赛队针对以上案例 3 素材，参考问题点选择性着手（但不限于这些问题点），形成完整的新型冠状病毒肺炎疫情下冷链物流破局之路方案设计。作品设计可以结合或参考绿色供应链与可持续发展、逆向物流与闭环供应链、第五利润源与 RLOM 模型等理论及方法，设计方案可以是文字材料、数学模型、软件或工程设计等。

1、结合数字化物流与人工智能等新基建技术的背景，探讨重大公共卫生事件下的冷链物流应急调配的优化方案。

2、从绿色设计、绿色生产、绿色运输、循环材料等绿色供应链的多个相关方面，完成一份智能冷藏箱及冷库的创新设计方案书。

3、考虑节能贮藏等绿色技术，实现全程温控、智能调度、最优配送等合理化目标，完成一份冷链物流体系设计方案。

4、考虑区块链技术与标准化，实现冷链产品信息不可篡改、全程可追溯，研究冷链物流未来发展的重要核心技术及应用。

5、考虑碳排放、运力浪费等因素，从运距、运量、操作、成本等多个角度，完成一份绿色冷链运输方案。

6、结合案例与大赛主题，同时重视知识产权，针对痛点完成一份相关的专利设计。

7、探讨持续性的全球重大公共卫生事件下的冷链物流可持续发展道路。

8、考虑供应链金融等增值服务，为公司的冷链物流业务开辟绿色供应链创新之路。

9、依托团队创新精神，创造发明实物，完成一份冷链物流相关的创业设计书。

10、考虑病毒的感染风险，设计无人运配的冷链物流管理新模式。

11、基于数据挖掘，明晰业务运作环境的风险点，并完成风险评估及预警设计。

参考文献

[1]沈睿. 冷链物流:回顾与展望[J]. 中国储运, 2020(04):43-45.

[2]崔忠付. 冷链物流:2019年回顾与2020年展望[J]. 中国物流与采购, 2020(01):23-24.

[3]方凯. 我国农产品冷链物流的发展问题研究[D]. 华中农业大学, 2013.

[4]徐亚妮. 冷链物流运营管理及技术实现[D]. 上海交通大学, 2011.

[5]鲍长生. 冷链物流运营管理研究[D]. 同济大学, 2007.

[6]方昕. 中国食品冷链的现状与思考[J]. 物流技术与应用, 2004(11):55-59.

案例四：开放式案例

不选择案例一、案例二和案例三，根据您身边的绿色供应链与逆向物流现象如垃圾分类回收、包装循环利用等，帮助云丰国际物流（上海）公司作为中国物流采购与联合会绿色物流分会的副会长单位为改善生活环境作努力、为绿色供应链与可持续发展作贡献设计方案，可参考（不限于）以下开放式案例作品呈现形式，设计您所在参赛队伍的作品。

● 开放式案例作品呈现形式：

1、硬件：例如对绿色供应链与逆向物流作业流程（或与绿色供应链与逆向物流相关的作业流程）中所涉及到的设施、或设备的某一部分的改进等。

2、软件：例如绿色供应链与逆向物流（或与绿色供应链与逆向物流相关）的管理信息系统（比如，面向绿色供应链与逆向物流的WMS等）、APP等。

3、商业模式：例如以绿色供应链与逆向物流为背景的商业模式设计。

4、可以是以上三种形式的组合。