

团 体 标 准

T/CFLP XXXX—XXXX

供应链韧性评价

Evaluation of supply chain resilience

（征求意见稿）

XXXX—XX—XX 发布

XXXX—XX—XX 实施

中国物流与采购联合会 发 布

目 次

前 言 II

引 言 3

1 范围 4

2 规范性引用文件 4

3 术语和定义 4

4 供应链韧性评价指标 4

5 供应链韧性评价方法 6

6 评价结果及改进 7

附录 A（资料性） 供应链韧性指标度量方法 8

附录 B（资料性） 供应链韧性提升方法 19

参考文献 21

前 言

本文件按照 GB/T 1.1—2020《标准化工作导则第 1 部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由中国物流与采购联合会提出。

本文件由中国物流与采购联合会团体标准化技术委员会归口。

本文件起草单位：中国物流与采购联合会采购与供应链管理专业委员会、清华大学、国家电网有限公司、华能能源交通产业控股有限公司、东方电气集团科学技术研究院有限公司、中国建筑科学研究院有限公司、中国信息通信科技集团有限公司、联想研究院、北京外国语大学、南开大学、北京理工大学、哈尔滨工业大学、华南理工大学、东北财经大学、首都机场集团科技管理有限公司、中国物流与采购联合会公共采购分会。

本文件主要起草人：彭新良、肖勇波、陈广、薛轶峰、章世喜、张媛、祝仟、周硕文、徐敬涛、马潇宇、梁湧、朱昊若、祁宏升、张继红、李勇建、李果、姜广鑫、牛保庄、唐加福、牟建良、杨敏智。

声明：本文件的知识产权归属于中国物流与采购联合会，未经中国物流与采购联合会同意，不得印刷、销售。任何组织、个人使用本文件开展认证、检测等活动应经中国物流与采购联合会批准授权。

引 言

近年来，全球供应链体系却遭遇了前所未有的多重挑战：政治摩擦加剧、军事冲突延宕、极端天气频发、产业转移加快等等，这些重大突发事件相互交织，带来了一系列连锁反应，加速了全球供应链的重构进程，全球供应链安全面临着空前的挑战。提升我国关键产业链供应链的韧性已成为政府、业界及学界的共同认知。在当前全球化背景下，如何切实有效地增强供应链的韧性，以更好地抵御未来可能出现的各类冲击，已成为我国各个行业亟待解决的重要课题。

本文件遵循冲击前、冲击中和冲击后的逻辑，分别构建包容性、适应性和恢复性三个维度的韧性评价指标，以期促进我国各行业供应链韧性与安全水平提升。

供应链韧性评价

1 范围

本文件给出了供应链韧性评价指标，描述了供应链韧性评价方法以及供应链韧性提升方法。
本文件适用于对供应链韧性的评价和优化。

2 规范性引用文件

本文件没有规范性引用文件。

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

供应链 supply chain

生产及流通过程中，围绕核心企业的核心产品或服务，由所涉及的原材料供应商、制造商、分销商、零售商直到最终用户等形成的网链结构。

[来源：GB/T 18354-2021，3.8]

3.2

供应链韧性 supply chain resilience

供应链网络抵御重大突发事件、在遭受冲击时能应急响应并在遭受冲击之后能以较小的代价快速恢复正常的的能力

3.3

供应链潜在冲击 supply chain potential shocks

可能对供应链的正常运行造成严重负面影响的各种风险因素或不确定事件。

3.4

供应链拓扑结构 supply chain topology structure

供应链中各参与实体通过物流、信息流和资金流相互连接所形成的网链结构。

4 供应链韧性评价指标

从供应链潜在冲击发生前、发生中和发生后的三个阶段，企业可分三个层级系统打造供应链韧性评价指标。评价指标由包容性、适应性、恢复性3个一级指标构成，其中包容性指标包含3个二级指标、13个三级指标，适应性指标包含7个二级指标，23个三级指标，恢复性指标包含3个二级指标，11个三级指标。评价指标构成见表1。

表 1 供应链韧性评价指标构成

序号	一级指标	二级指标	三级指标	指标说明
1	包容性	供应链拓扑结构	供应商集中度	企业在采购活动中，物资或服务来源集中于少数供应商的程度
2			客户集中度	企业在销售活动中，收入或业务量依赖于少数客户的程度
3			供应商本土化程度	企业在采购活动中，本土供应商占比
4			客户本土化程度	企业在销售活动中，本土客户占比
5			供应商可靠性	企业在采购活动中，供应商在履行承诺、提供稳定且优质的产品或服务的能力
6			客户可靠性	企业在销售活动中，客户在履行承诺、提供准时且稳定的产品或服务需求的能力
7			供应链复杂度	供应链网络中，各企业或组织间路径的复杂程度
8		供应链伙伴关系	供应商战略性伙伴关系	企业与供应商之间建立长期且互利合作关系的比例
9			渠道商战略性伙伴关系	企业与渠道商之间建立长期且互利合作关系的比例
10			信息共享程度	企业与供应链合作伙伴之间实现关键信息流通和共享的程度
11			运营决策协同程度	企业与供应链合作伙伴之间在运营决策上实现协同程度
12		潜在冲击预警体系	冲击预警管理体制	企业内部为应对供应链中潜在冲击而建立的一整套管理体系和制度安排
13			冲击预警运行机制	企业为实现冲击预警所制定的管理和实施机制
14	适应性	采购适应性	供应商候补能力	企业在现有供应商无法满足企业需求时，迅速切换至候补供应商以保证短期内稳定供应的能力
15			采购策略灵活性	企业根据业务需求和环境变化调整采购策略的能力
16		生产适应性	产能冗余与备份水平	企业生产活动中，超出实际需求或合理程度的额外生产能力
17			生产柔性	企业在生产活动中，快速调整生产线以满足顾客需求的能力
18			制造网络离散度	企业在生产活动中，生产基地地理分布的多样化程度
19			制造单元协同性	企业在生产活动中，不同生产基地以及生产线之间的协同程度
20		物流适应性	物流方式多样性	企业在物流活动中，采用多种运输、装卸、搬运、包装、流通加工、配送等方式的均衡程度
21			第三方物流依赖度	企业在物流活动中，对外部运输、装卸、搬运、包装、流通加工、配送等服务商的依赖程度
22			运输能力冗余水平	企业在物流活动中，超出实际需求或合理程度的额外运输能力
23			运输线路备份水平	企业在物流活动中，而对运输线路进行额外备份的水平
24		库存适应性	安全库存水平	企业在库存管理中，为应对不确定性而设置的缓冲库存水平
25			战略性储备水平	企业在库存管理中，为保障供应链稳定而设置的冗余库存水平
26			仓储容量冗余水平	企业在仓储管理中，超出实际需求的存储容量水平
27			仓储网络复杂度	企业在仓储管理中，仓储中心的数量及连接程度
28			仓储网络离散度	企业在仓储管理中，仓储中心地理分布的离散化程度

表 1 供应链韧性评价指标构成（续）

29		销售适应性	销售渠道多样性	企业在销售活动中，采用多种销售渠道的均衡程度
30			第三方销售渠道依赖度	企业在销售活动中，对外部渠道的依赖程度
31			定价策略灵活性	企业在销售活动中，灵活调整产品价格的能力
32		售后适应性	售后服务能力冗余水平	企业在售后服务中，超出正常需求的服务资源和能力水平
33			售后服务网络复杂度	企业在售后服务中，服务网点的数量
34			售后服务网络离散度	企业在售后服务中，服务网点地理分布的离散化程度
35		应急管理 体系	应急管理组织体制	企业为应对供应链中可能出现的冲击或干扰而设立的应急管理组织机构
36			应急管理决策支持	企业在应急管理中，对应急调度决策过程提供支持和辅助的系统或机制
37	恢复性	重建与重 构能力	重建与重构资源储备	企业在面临恢复至原有状态的重建任务或恢复至其它更优状态的重构任务时所积累和准备的各种资源
38			重建与重构技术储备	企业在面临重建或重构任务时所积累和准备的相关技术和技术能力
39		替代能力	供应商可替代性	企业在长期运营中，具备选择和使用多个供应商的能力
40			生产能力可替代性	企业在现有生产能力受到影响时，能够迅速调整并利用其他生产能力进行替代的能力
41			物流设施设备可替代性	企业在某一物流设施设备出现问题或无法满足需求时，能够迅速采用其他物流设施设备进行替代的能力
42			库存可替代性	企业在供应链或仓储网络中，不同物料之间相互替代的能力
43			仓储可替代性	企业在仓储管理中，迅速更换仓储设施的能力
44			销售渠道可替代性	企业能够在不同销售渠道之间进行灵活切换或替代的能力
45			售后可替代性	企业在售后服务阶段，能迅速、经济地找到替代零部件或服务商来维持服务的连续性的能力
46		灾后恢复 管理体系	恢复管理体制	在灾后恢复活动中，企业内部为了协调、整合和推动恢复工作而建立的一整套管理体系和制度安排
47			重建与重构预案	企业在灾后恢复活动中，为了指导重建与重构工作而制定的一套预先设定的计划和方案

5 供应链韧性评价方法

5.1 构建综合评价体系

5.1.1 明确评价的目的和对象，确定评价的重点和范围。

5.1.2 基于表 1 中给出的供应链韧性评价指标，企业可选取适合评价对象特点，能够全面反应评价对象的特征和性能的指标构建评价体系。

5.1.3 评价体系应为每个指标赋予适宜的权重。

5.2 数据收集与预处理

收集与指标相关的原始数据，对收集到的数据进行数据清洗、数据转换等预处理。

5.3 确定评价指标的权重

根据各指标在评价中的重要性，采用层次分析法确定各指标的权重。

5.4 综合评价值的计算

综合评价值的计算步骤为：

- a) 度量每个三级指标得分，度量方法见附录A；
- b) 对每个三级指标得分进行无量纲化处理；
- c) 利用三级指标的得分及其对应的权重，计算被评价企业各个二级指标得分；利用二级指标的得分及其对应的权重，计算被评价企业三个一级指标得分；利用一级指标的得分及其对应的权重，计算被评价企业最终的综合评价值。各级指标得分以及综合评价值计算可以采用线性加权法。

6 评价结果及改进

6.1 评价结果

对评价结果进行分析、总结。企业可依据自身在供应链韧性各维度的各级指标得分，制定具有针对性的改进方法，系统性提升供应链韧性。

6.2 韧性提升方法

供应链韧性提升方法见附录 B。

附 录 A
(资料性)
供应链韧性指标度量方法

A.1 包容性评价指标度量方法

A.1.1 供应链拓扑结构

A.1.1.1 供应商集中度 (AS_1)：使用关键物料供应商数量的加权平均值来测量供应商集中度。基于 ABC 库存分类法，识别出关键物料及其权重；按照公式 (A.1) 计算：

$$AS_1 = \sum_{k=1}^K \alpha_k NS_k \quad \dots\dots\dots (A.1)$$

式中：

K ——关键物料种类；

α_k ——关键物料 k 的权重；

NS_k ——关键物料 k 的供应商数量。

A.1.1.2 客户集中度 (AS_2)：使用关键产品客户数量的加权平均值来测量客户集中度。基于 ABC 库存分类法，识别出关键产品及其权重；按照公式 (A.2) 计算：

$$AS_2 = \sum_{i=1}^N \beta_i NC_i \quad \dots\dots\dots (A.2)$$

式中：

N ——关键产品种类；

β_i ——关键产品 i 的权重；

NC_i ——关键产品 i 的客户数量。

A.1.1.3 供应商本土化程度 (AS_3)：使用关键物料供应商本土化率的加权平均值来测量供应商本土化程度。基于 ABC 库存分类法，识别出关键物料及其权重；按照公式 (A.3) 计算：

$$AS_3 = \sum_{k=1}^K \alpha_k NS_k \quad \dots\dots\dots (A.3)$$

式中：

K ——关键物料种类；

α_k ——关键物料 k 的权重；

NS_k ——关键物料 k 的供应商本土化率，即关键物料 k 的国内供应商数量与全部供应商数量的比值。

A.1.1.4 客户本土化程度 (AS_4)：使用关键产品客户本土化率的加权平均值来测量客户本土化程度。基于 ABC 库存分类法，识别出关键产品及其权重；按照公式 (A.4) 计算：

$$AS_4 = \sum_{i=1}^N \beta_i NC_i \quad \dots\dots\dots (A.4)$$

式中：

N ——关键产品种类；

β_i ——关键产品*i*的权重；

NC_i ——关键产品*i*的客户本土化率，即关键产品*i*的国内客户数量与全部客户数量的比值。

A. 1. 1. 5 供应商可靠性 (AS_5)：使用关键物料供应商可靠性的加权平均值来测量供应商可靠性。基于 ABC 库存分类法，识别出关键物料及其权重；按照公式 (A. 5) 计算：

$$AS_5 = \sum_{k=1}^K \alpha_k (R1_k + R2_k + R3_k + R4_k + R5_k + R6_k) \quad \dots\dots\dots (A. 5)$$

式中：

K ——关键物料种类；

α_k ——关键物料*k*的权重；

$R1_k$ ——归一化后的关键物料*k*的供应商的交货准时率，即准时交货订单数量与全部订单数量的比值；

$R2_k$ ——归一化后的关键物料*k*的供应商的产品合格率，即未出现质量问题的订单数量与全部订单数量的比值；

$R3_k$ ——归一化后的关键物料*k*的供应商的供应水平，即供应商的最大生产能力与焦点企业零部件最大需求量的比值；

$R4_k$ ——归一化后的关键物料*k*的供应商的售后服务水平，即售后响应速度的倒数；

$R5_k$ ——归一化后的关键物料*k*的供应商的价格稳定性，即价格波动的倒数；

$R6_k$ ——归一化后的关键物料*k*的供应商的财务状况，即资产负债率的倒数。

A. 1. 1. 6 客户可靠性 (AS_6)：使用关键产品客户可靠性的加权平均值来测量客户可靠性。基于 ABC 库存分类法，识别出关键产品及其权重；按照公式 (A. 6) 计算：

$$AS_6 = \sum_{i=1}^N \beta_i (R1_i + R2_i + R3_i + R4_i + R5_i + R6_i) \quad \dots\dots\dots (A. 6)$$

式中：

N ——关键产品种类；

β_i ——关键产品*i*的权重；

$R1_i$ ——归一化后的关键物料*k*的客户的付款及时性，即及时付款订单数量与全部订单数量的比值；

$R2_i$ ——归一化后的关键物料*k*的客户的订单履行率，即实际购买数量与订单数量的比值；

$R3_i$ ——归一化后的关键物料*k*的客户的订单稳定性，即订单数量波动的倒数；

$R4_i$ ——归一化后的关键物料*k*的客户的市场份额，即在客户所在的行业中，其占据的市场份额；

$R5_i$ ——归一化后的关键物料*k*的客户的反馈与投诉，即未投诉订单数量与全部订单数量的比值；

$R6_i$ ——归一化后的关键物料*k*的客户的财务状况，即资产负债率的倒数。

A. 1. 1. 7 供应链复杂度 (AS_7)：使用关键零部件供应链长度的加权平均值来测度供应链复杂度。供应链长度指零部件*k*的前向供应链的链长，例如，零部件*k*共涉及三级供应商提供，那么零部件*k*的供应链长度为 3；按照公式 (A. 7) 计算：

$$AS_7 = \sum_{k=1}^K \alpha_k D_k \quad \dots\dots\dots (A. 7)$$

式中：

K ——关键物料种类；

α_k ——关键物料 k 的权重；

D_k ——零部件 k 的前向供应链的链长。

A.1.2 供应链伙伴关系

A.1.2.1 供应商战略性伙伴关系 (AP_1)：使用战略性伙伴关系供应商的占比来测量供应商战略性伙伴关系。按照公式 (A.8) 计算：

$$AP_1 = \frac{\sum_{i=1}^S SP S_i}{S} \quad \dots\dots\dots (A.8)$$

式中：

S ——所评估企业的供应商数量；

$SP S_i$ ——供应商 i 与所评估的企业之间是否建立了战略性伙伴关系。如果是，则取值为 1；否则，取值为 0。

A.1.2.2 渠道商战略性伙伴关系 (AP_2)：使用战略性伙伴关系渠道商的占比来测量渠道商战略性伙伴关系。照公式 (A.9) 计算：

$$AP_2 = \frac{\sum_{i=1}^W SP W_i}{W} \quad \dots\dots\dots (A.9)$$

式中：

W ——所评估企业的渠道商数量；

$SP W_i$ ——渠道商 i 与所评估的企业之间是否建立了战略性伙伴关系。如果是，则取值为 1；否则，取值为 0。

A.1.2.3 信息共享程度 (AP_3)：综合使用企业是否建立数字化平台、是否采用区块链技术、是否实施数据共享、是否建立信息共享机制、是否采用可视化工具来衡量信息共享程度。每项如果是，则取值为 1；否则，取值为 0。按照公式 (A.10) 计算：

$$AP_3 = DP + BT + DS + IS + VT \quad \dots\dots\dots (A.10)$$

式中：

DP ——所评估的企业是否建立数字化平台；

BT ——所评估的企业是否采用区块链技术；

DS ——所评估的企业是否实施数据共享；

IS ——所评估的企业是否建立信息共享机制；

VT ——所评估的企业是否采用可视化工具。

A.1.2.4 运营决策协同程度 (AP_4)：使用供应链合作伙伴参与联合经营计划的比例来衡量运营决策协同程度。按照公式 (A.11) 计算：

$$AP_4 = \frac{\sum_{i=1}^S JVP_i}{S} \dots\dots\dots (A. 11)$$

式中：

S ——所评估企业的供应商数量；

JVP_i ——供应商*i*与所评估的企业之间是否实施了联合经营计划。如果是，则取值为 1；否则，取值为 0。

A. 1. 3 潜在冲击预警体系

A. 1. 3. 1 冲击预警管理体制（ AF_1 ）：使用企业中是否建立了专门的冲击预警团队和流程来衡量冲击预警管理体制。如果有，则取值为 1；否则，取值为 0。

A. 1. 3. 2 冲击预警运行机制（ AF_2 ）：使用企业是否建立了数据驱动的预警系统来衡量冲击预警运行机制。如果有，则取值为 1；否则，取值为 0。

A. 2 适应性评价指标度量方法

A. 2. 1 采购适应性

A. 2. 1. 1 供应商候补能力（ DO_1 ）：使用关键物料候补供应商数量的加权平均值来度量供应商候补能力。基于 ABC 库存分类法，识别出关键物料及其权重；按照公式（A. 12）计算：

$$DO_1 = \sum_{k=1}^K \alpha_k AN_k \dots\dots\dots (A. 12)$$

式中：

K ——关键物料种类；

α_k ——关键物料*k*的权重；

AN_k ——关键物料*k*的候补供应商数量。

A. 2. 1. 2 采购策略灵活性（ DO_2 ）：综合使用采购周期和交货期的可调整性、采购合同条款灵活性、采购方式和工具的多样性来衡量采购策略灵活性。按照公式（A. 13）计算：

$$DO_2 = F1 + F2 + F3 \dots\dots\dots (A. 13)$$

式中：

$F1$ ——采购周期和交货期的可调整性，即是否允许根据实际需求调整采购周期和交货期；

$F2$ ——采购合同条款灵活性，即采购合同中的条款是否能够适应市场变化和 demand 变动；

$F3$ ——采购方式和工具的多样性，即是否能够根据不同情况和需求选择适合的采购方式和工具。

A. 2. 2 生产适应性

A. 2. 2. 1 产能冗余与备份水平（ DP_1 ）：使用全部生产能力与生产能力利用量的比值来衡量产能冗余与备份水平。按照公式（A. 14）计算：

$$DP_1 = \frac{PC_a}{PC_u} \quad \dots\dots\dots (A. 14)$$

式中：

PC_a ——全部生产能力；

PC_u ——生产能力利用量。

A. 2. 2. 2 生产柔性 (DP_2)：综合使用企业现有生产线能够生产的产品种类以及切换产品种类的成本来衡量生产柔性。按照公式 (A. 15) 计算：

$$DP_2 = \sum_i \frac{PN_i}{PC_i} \quad \dots\dots\dots (A. 15)$$

式中：

PN_i ——生产线*i*能够生产的产品种类；

PC_i ——生产线*i*生产不同种类的产品切换成本的平均值。

A. 2. 2. 3 制造网络离散度 (DP_3)：使用生产基地的地理分布特征来衡量制造网络离散度。综合使用分类异质性测量指标和复杂网络平均路径长度，按照公式 (A. 16) 计算：

$$DP_3 = \lambda(1 - \sum_k PG_k^2) + (1 - \lambda) \frac{\sum_{i \geq j} d_{ij}}{2N(N-1)} \quad \dots\dots\dots (A. 16)$$

式中：

λ ——分类异质性测量指标的重要度；

PG_k ——生产基地属于地区（如省份）*k*的比例；

d_{ij} ——生产基地*i*与生产基地*j*的距离；

N ——生产基地的数量。

A. 2. 2. 4 制造单元协同性 (DP_4)：使用制造单元（如生产基地）自动化水平的平均值来衡量制造单元协同性。按照公式 (A. 17) 计算：

$$DP_4 = \frac{\sum_{i=1}^N AU_i}{N} \quad \dots\dots\dots (A. 17)$$

式中：

N ——制造单元的数量；

AU_i ——制造单元*i*的自动化水平。

A. 2. 3 物流适应性

A. 2. 3. 1 物流方式多样性 (DL_1)：使用运输方式（如陆运、海运、空运）多样性来衡量物流方式多样性。通过分类异质性测量，按照公式 (A. 18) 计算：

$$DL_1 = 1 - \sum_i T_i^2 \quad \dots\dots\dots (A. 18)$$

式中：

T_i ——运输方式*i*承担的运输量占全部运输需求量的比重。

A. 2. 3. 2 第三方物流依赖度 (DL_2)：使用自有物流占比衡量第三方物流依赖度。按照公式 (A. 19) 计算：

$$DL_2 = \frac{TC_o}{TC_a} \quad \dots\dots\dots (A. 19)$$

式中：

TC_o ——自有物流的年运输量；

TC_a ——每年的运输需求总量。

A. 2. 3. 3 运输能力冗余水平 (DL_3)：使用全部运输设备的年运输量与年运输需求量的比值来测量。按照公式 (A. 20) 计算：

$$DL_3 = \frac{TC_s}{TC_a} \quad \dots\dots\dots (A. 20)$$

式中：

TC_s ——全部运输设备的年运输量；

TC_a ——年运输需求量。

A. 2. 3. 4 运输线路备份水平 (DL_4)：使用与关键合作伙伴（供应商和客户）之间备用运输线路数量的加权平均值来衡量。按照公式 (A. 21) 计算：

$$DL_4 = \sum_{s=1}^S \partial_s TN_s + \sum_{w=1}^W \delta_w TN_w \quad \dots\dots\dots (A. 21)$$

式中：

S ——供应商数量；

∂_s ——供应商 s 的权重；

TN_s ——企业与供应商 s 之间备用线路的数量；

W ——客户数量；

δ_w ——客户 w 的权重；

TN_w ——每年的运输需求总量。

A. 2. 4 库存适应性

A. 2. 4. 1 安全库存水平 (DI_1)：使用关键物料安全库存的加权平均值来衡量安全库存水平。基于 ABC 库存分类法，识别出关键物料及其权重；按照公式 (A. 22) 计算：

$$DI_1 = \sum_{k=1}^K \alpha_k \frac{SS_k}{D_k} \quad \dots\dots\dots (A. 22)$$

式中：

K ——关键物料种类；

α_k ——关键物料 k 的权重；

SS_k ——企业对物料 k 设置的安全库存数量；

D_k ——物料 k 的年需求量。

A. 2. 4. 2 战略性储备水平 (DI_2)：使用关键物料战略性库存量的加权平均值来衡量战略性存储水平。

基于 ABC 库存分类法，识别出关键物料及其权重；按照公式 (A. 23) 计算：

$$DI_2 = \sum_{k=1}^K \alpha_k \frac{SI_k}{D_k} \quad \dots\dots\dots (A. 23)$$

式中：

K ——关键物料种类；

α_k ——关键物料 k 的权重；

SI_k ——企业对物料 k 设置的战略库存数量；

D_k ——物料 k 的年需求量。

A. 2. 4. 3 仓储容量冗余水平 (DI_3)：使用仓储中心总容量与仓储中心使用量的比值来测量仓储容量冗余水平。按照公式 (A. 24) 计算：

$$DI_3 = \frac{SC_a}{SC_u} \quad \dots\dots\dots (A. 24)$$

式中：

SC_a ——仓储中心总容量；

SC_u ——仓储中心使用量。

A. 2. 4. 4 仓储网络复杂度 (DI_4)：使用关键物料和关键产品所储存的仓储中心数量的加权平均值来度量仓储网络复杂度。基于 ABC 库存分类法，识别出关键物料、关键产品及其权重；按照公式 (A. 25) 计算：

$$DI_4 = \sum_{k=1}^K \alpha_k NSC_k + \sum_{i=1}^N \beta_i NSC_i \quad \dots\dots\dots (A. 25)$$

式中：

K ——关键物料种类；

α_k ——关键物料 k 的权重；

NSC_k ——关键物料 k 存放的仓储中心的数量；

N ——关键产品种类；

β_i ——关键产品 i 的权重；

NSC_i ——关键产品 i 存放的仓储中心的数量。

A. 2. 4. 5 仓储网络离散度 (DI_5)：使用仓储中心的地理分布来衡量仓储网络离散度。综合使用分类异质性测量指标和复杂网络平均路径长度，按照公式 (A. 26) 计算：

$$DI_5 = \lambda(1 - \sum_k MG_k^2) + (1 - \lambda) \frac{\sum_{i \geq j} d_{ij}}{2N(N-1)} \quad \dots\dots\dots (A. 26)$$

式中：

λ ——分类异质性测量指标的重要度；

MG_k ——仓储中心属于地区（如省份） k 的比例；

d_{ij} ——仓储中心 i 与仓储中心 j 的距离；

N ——仓储中心的数量。

A.2.5 销售适应性

A.2.5.1 销售渠道多样性（ DD_1 ）：使用分类异质性测量销售渠道多样性，按照公式（A.27）计算：

$$DD_1 = 1 - \sum_h D_h^2 \quad \dots\dots\dots (\text{A. 27})$$

式中：

D_h ——销售渠道 h 的销售额占全部销售额的比例。

A.2.5.2 第三方销售渠道依赖度（ DD_2 ）：使用自有销售渠道的销售额占全部销售额的比例来衡量第三方销售渠道依赖度。按照公式（A.28）计算：

$$DD_2 = \frac{DC_o}{DC_a} \quad \dots\dots\dots (\text{A. 28})$$

式中：

DC_o ——自有销售渠道的销售额；

DC_a ——全部销售额。

A.2.5.3 定价策略灵活性（ DD_3 ）：综合使用定价决策自主权、价格调整速度、促销和折扣策略多样性来度量定价策略灵活性。按照公式（A.29）计算：

$$DD_3 = PF1 + PF2 + PF3 \quad \dots\dots\dots (\text{A. 29})$$

式中：

$PF1$ ——定价决策自主权，即企业能够自主定价的产品比重；

$PF2$ ——价格调整速度；

$PF3$ ——促销和折扣策略多样性，即是否可以根据不同的市场环境和销售目标，采取多样化的促销和折扣策略。

A.2.6 售后适应性

A.2.6.1 售后服务能力冗余水平（ DS_1 ）：使用售后服务能力的年度总量与售后服务年度使用量的比值来测量售后服务能力冗余水平。按照公式（A.30）计算：

$$DS_1 = \frac{AS_a}{AS_u} \quad \dots\dots\dots (\text{A. 30})$$

式中：

AS_a ——售后服务能力的年度总量；

AS_u ——售后服务年度使用量。

A.2.6.2 售后服务网络复杂度（ DS_2 ）：使用售后服务网点的数量来衡量售后服务网络复杂度。

A. 2. 6. 3 售后服务网络离散度（ DS_3 ）：使用售后服务网点的地理分布来衡量售后服务网络离散度。综合使用分类异质性测量指标和复杂网络平均路径长度，按照公式（A. 31）计算：

$$DS_3 = \lambda(1 - \sum_k SG_k^2) + (1 - \lambda) \frac{\sum_{i \geq j} d_{ij}}{2N(N-1)} \dots\dots\dots (A. 31)$$

式中：
 λ ——分类异质性测量指标的重要度；
 SG_k ——服务网点属于地区（如省份） k 的比例；
 d_{ij} ——服务网点*i*与服务网点*j*的距离；
 N ——服务网点的数量。

A. 2. 7 应急管理体系

A. 2. 7. 1 应急管理组织体制（ DE_1 ）：使用企业中是否建立了专门的应急管理团队和流程来测量。如果是，则取值为 1；否则，取值为 0。

A. 2. 7. 2 应急管理决策支持（ DE_2 ）：使用企业建立的应急预案数量来衡量其应急预案建设水平。

A. 3 恢复性评价指标度量方法

A. 3. 1 重建与重构能力

A. 3. 1. 1 重建与重构资源储备（ RR_1 ）：使用企业为重建与重构设立的专项资金占企业营业收入的比重来衡量。

A. 3. 1. 2 重建与重构技术储备（ RR_2 ）：综合使用重建与重构技术储备数量与质量、技术研发投入、技术转化能力以及技术合作伙伴与生态系统等因素来衡量。

A. 3. 2 替代能力

A. 3. 2. 1 供应商可替代性（ RS_1 ）：使用国产替代性来衡量。综合使用关键物料的国内企业的产能、产业体系、技术创新度、认证认可来衡量。按照公式（A. 32）计算：

$$RS_1 = PC + IS + TI + CA \dots\dots\dots (A. 32)$$

式中：
 PC ——关键物料的国内企业的产能，即国内企业生产的产品和零部件数量与整个市场需求的比例；
 IS ——关键物料的国内企业的产业体系，即国内产业体系是否完善、零部件是否自主可控；
 TI ——关键物料的国内企业的技术创新度，即国内企业在该领域申请的专利数量、科研投入比例；
 CA ——关键物料的国内企业的认证认可，即国内企业在该领域获得的国际认可数量。

A. 3. 2. 2 生产能力可替代性（ RS_2 ）：综合使用生产设备通用性、生产流程灵活性、技术人员技能多样性来衡量生产能力可替代性。按照公式（A. 33）计算：

$$RS_2 = PS1 + PS2 + PS3 \quad \dots\dots\dots (A. 33)$$

式中：

$PS1$ ——生产设备通用性，即生产线上设备是否具备通用性，是否能够适应多种产品规格和生产需求；

$PS2$ ——生产流程灵活性，即生产线是否能够快速调整生产流程以适应不同产品的制造；

$PS3$ ——技术人员技能多样性。

A. 3. 2. 3 物流设施设备可替代性（ RS_3 ）：综合使用物流设施通用性和设备与技术的互操作性来衡量物流设施可替代性。按照公式（A. 34）计算：

$$RS_3 = LS1 + LS2 \quad \dots\dots\dots (A. 34)$$

式中：

$LS1$ ——物流设施通用性，即物流设施是否适用于不同类型的货物和运输方式；

$LS2$ ——物流设施中的设备与技术的互操作性。

A. 3. 2. 4 库存可替代性（ RS_4 ）：使用库存中物料的相互替代性来衡量，即关键物料通用性（ V_k ）的加权平均值。基于 ABC 库存分类法，识别出关键物料及其权重；按照公式（A. 35）计算：

$$RS_4 = \sum_{k=1}^K \alpha_k V_k \quad \dots\dots\dots (A. 35)$$

式中：

K ——关键物料种类；

α_k ——关键物料 k 的权重；

V_k ——关键物料 k 的通用性。

A. 3. 2. 5 仓储可替代性（ RS_5 ）：使用仓库设施通用性来衡量，即仓库设施是否适应不同种类的货物存储需求。如果是，则取值为 1；否则，取值为 0。

A. 3. 2. 6 销售渠道可替代性（ RS_6 ）：使用企业在不同销售渠道之间切换的灵活性来衡量。

A. 3. 2. 7 售后可替代性（ RS_7 ）：综合使用售后所需关键零部件的通用性的加权平均值以及维修中心的可复用性来衡量。基于 ABC 库存分类法，识别出关键零部件及其权重；按照公式（A. 36）计算：

$$RS_7 = \sum_{k=1}^K \alpha_k VS_k + \frac{\sum_i RU_i}{NAS} \quad \dots\dots\dots (A. 36)$$

式中：

K ——关键零部件种类。

α_k ——关键零部件 k 的权重；

VS_k ——售后所需关键零部件 k 的通用性；

RU_i ——维修中心 i 的可复用性；

NAS ——维修中心数量。

A. 3. 3 灾后恢复管理体系

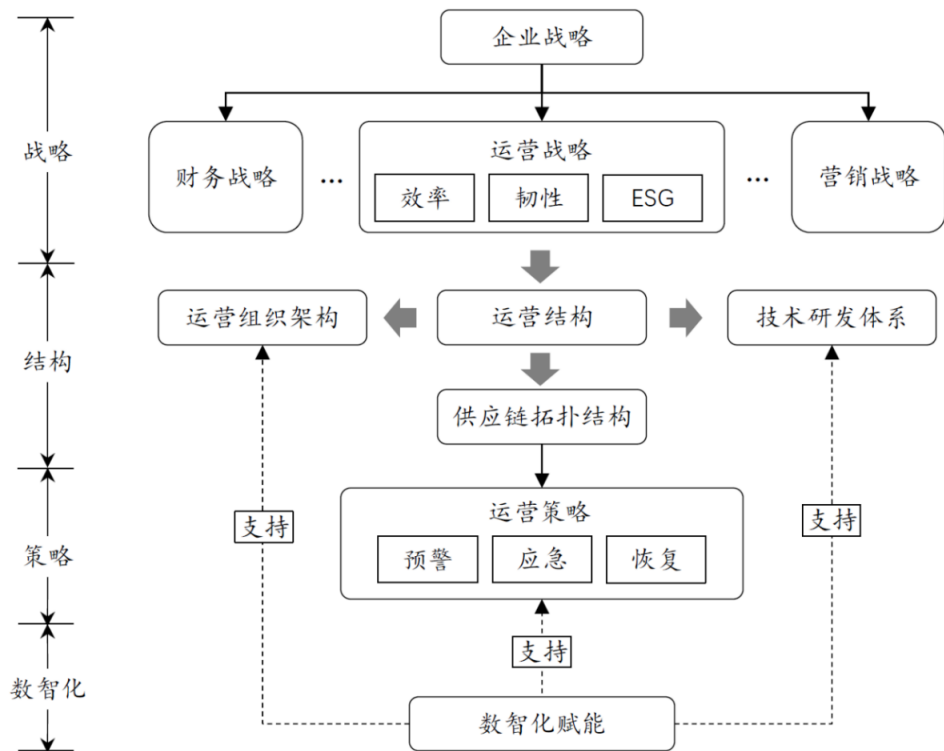
A.3.3.1 恢复管理体制 (RM_1)：使用企业中是否建立了专门的恢复管理团队和流程来测量。如果是，则取值为 1；否则，取值为 0。

A.3.3.2 重建与重构预案 (RM_2)：使用企业内是否基于潜在的冲击建立了完善的重建与重构预案来衡量，包括恢复的时间表、责任人、资源分配、流程等，以及能否确保关键业务的连续性，包括备份数据、维护设备、提供必要的服务等。

附录 B
(资料性)
供应链韧性提升方法

B.1 供应链韧性提升理论框架

基于供应链韧性评价结果，针对包容性、适应性以及恢复性三个指标中的具体薄弱环节，企业宜在以下的四个层面中采取措施以系统性打造供应链韧性：运营战略层面、运营结构层面、运营策略层面以及数智化赋能层面（如图B.1所示）。



图B.1 四个层面系统性打造供应链韧性

B.2 运营战略

企业在制定运营战略时，可将韧性与可持续发展增加为衡量企业运营状况的关键指标，并全面纳入战略决策之中，形成“效率+韧性+ESG”的运营战略。

B.3 运营结构

B.3.1 对于包容性指标评估结果薄弱的企业，可优化面向韧性的供应链网络拓扑结构并建设完善的生态系统。可采取的方式有：多重寻源、近岸/友岸外包、孵化与扶持、国产替代、生态系统合作伙伴、供应链整合等。

B.3.2 对于适应性指标评估结果薄弱的企业，可构建面向韧性的技术研发体系，摆脱单一技术的研发模式，转向多元化技术研发框架，实现多线并行技术探索。

B.3.3 对于恢复性指标评估结果薄弱的企业，可奠定面向韧性的组织架构保障，将韧性指标纳入考核指标体系，通过顶层设计为韧性提升奠定组织保障，在重大冲击发生后高效调动资源，确保企业尽快恢复正常运行状态。

B.4 运营策略

B.4.1 面向韧性的策略选择

B.4.1.1 对于包容性指标评估结果薄弱的企业，可制定数据驱动的冲击预警与应对策略，引入新的运营策略来提升供应链在冲击发生前抵御冲击的包容性能力，比如采用安全库存、战略存储策略等。

B.4.1.2 对于适应性指标评估结果薄弱的企业，宜在运营的各个环节建立相应的面向冲击的应急管理体制与机制，在冲击发生时，通过启用备份资源、再调度等手段降低冲击带来的负面影响。

B.4.1.3 对于恢复性指标评估结果薄弱的企业，可在运营的各个环节建立相应的面向灾后恢复的管理体制与机制，在冲击发生后，通过快速修复和替代手段，以尽可能小的代价快速恢复到正常状态。

B.4.2 全流程的韧性策略

B.4.2.1 对于采购适应性评估结果薄弱的企业，可与供应商建立战略合作伙伴关系，采用多元化采购策略，并与供应商进行信息共享提高信息透明度。

B.4.2.2 对于生产适应性评估结果薄弱的企业，可进行生产线备份、建立产能冗余、实现制造网络多元化、提升工厂的一致性、打造柔性生产能力配置。

B.4.2.3 对于物流适应性评估结果薄弱的企业，可与物流商进行信息共享，提高信息透明度；打造多元化物流方式以及运输通道；建立运输能力冗余及路线备份。

B.4.2.4 对于库存适应性评估结果薄弱的企业，可在安全库存的基础上对关键物料引入战略性库存，建立仓库备份与仓库容量冗余，并实现存储网络多元化与一致性。

B.4.2.5 对于销售适应性评估结果薄弱的企业，可与销售商建立战略合作伙伴关系；建立与销售商的信息共享机制；打造销售方式与渠道的多元化，并引入灵活的产品定价策略。

B.4.2.6 对于服务适应性评估结果薄弱的企业，可建立售后服务与维修网点能力冗余，提升售后网点布局优化与一致性、建立售后的快速响应机制。

B.5 数智化赋能

B.5.1 企业可打造安全可靠的数字化基础设施，通过建立多层防御体系应对系统性攻击，并加强数据加密及备份机制以防范数据泄露和恶意锁定。

B.5.2 企业可建立数字化智能化的供应链韧性动态评价系统，实时识别供应链韧性的短板。

B.5.3 企业可基于大数据和大模型进行数智化赋能。通过仿真模拟潜在冲击，评估和优化供应链拓扑结构；引进数字孪生系统，辅助企业进行运营能力的备份和冗余设计，实时监测供应链运行状态；采用数据驱动的智能冲击预警策略。

参 考 文 献

- [1] GB/T 18354-2021 物流术语
 - [2] GB/T 25103-2010 供应链管理业务参考模型
 - [3] GB/T 26337.2-2011 供应链管理 第2部分：SCM术语
 - [4] GB/T 43632-2024 供应链安全管理体系 供应链韧性的开发要求及使用指南
-