

WHITEPAPER • V1.0

上海孚恩电子科技有限公司 www.fn-tech.com

循环即合规

欧盟容器可循环法规

与循环租赁模式白皮

书

完整梳理欧盟"容器必须可循环"的立法链条，论证
循环租赁（池化）为何是合规成本最优解，
并给出以 RFID 为数据底座的落地路径、市场机会
与实证案例。

**发布单位：孚恩科技 · 市场部 版本：V1.0 发
布：2026 年 9 月 适用对象：出口企业 / 循环包装
运营商**

摘要

当“可循环”从选择题变成必答题

2025 年 2 月 11 日，欧盟《包装和包装废弃物法规》**Regulation (EU) 2025/40 (PPWR)** 生效，并将于**2026 年 8 月 12 日**起全面适用，取代实施了近三十年的 94/62/EC 指令。性质上这是一次根本变化：它不再是需要在成员国转化的指令，而是在 27 国直接适用、没有缓冲解释空间的法规。

PPWR 最具颠覆性的条款不是“可回收”，而是**第 29 条的重复使用强制配额**：

2030-01-01 • 40%	2030-01-01 • 100%	2029-02-12 • 可计量
跨境运输包装中，托盘、周转箱、折	企业自身不同场所之间、以及同一成	可重复使用包装须加施标识，并通过

叠箱、IBC、桶、罐、提桶、FIBC、缠绕膜、捆扎带等形态，整体须有 $\geq 40\%$ 在循环系统内可重复使用（Art. 29(1)），2040 年努力达 70%。

成员国境内独立经营者之间的运输，上述形态须 100% 可重复使用（Art. 29(2)(3)）——一次性器具在这些场景被实质禁止。

QR 或标准化开放式数字载体提供循环系统信息，且该载体须支持包装追踪与周转次数（rotations）的计算（Art. 12(2)）。

三条叠加，把一个长期被视为“资产管理优化项”的问题，抬升为**法律举证责任**。欧盟委员会 2026 年 3 月 30 日发布的实施指南（Commission Notice C/2026/3084）表述得非常直接：*没有实际回流路径的“可循环周转箱”，在法律上就是更重的一次性包装。*

◆ 本白皮书的核心命题

第一，PPWR 要求的是“可证明的循环”，而“可证明”的物理前提是每个容器都拥有唯一、耐久、可自动批量采

集的数字身份。 第二，对绝大多数企业而言，自建循环系统的成本与复杂度远高于接入专业循环租赁（池化）服务——这正是循环包装运营商的历史性机会窗口。 第三，而循环租赁模式能否承接这个机会，取决于它能否拿出可审计的周转数据——RFID 因此从“运营工具”升格为“合规基础设施”。

目 录

#	章 节
1	当"可循环"从选择题变成必答题
2	法规风暴：从"可回收"到"可循环"的范式转移
3	法规全景：与"容器可循环"相关的全部欧盟立法
4	合规的本质：从"宣称可循环"到"证明可循环"
5	为什么循环租赁是合规成本最优解
6	技术底座：以 RFID 构建可审计的循环数据链
7	解决方案：面向循环租赁的完整架构
8	市场分析：规模、结构与机会窗口

#	章 节
9	案例分享：从 200 万资产池到国际标杆
10	行动建议：分角色的合规路线图
11	术语、标准与法规索引

CHAPTER 01

法规风暴：从"可回收"到"可循环"的范式转移

1.1 治理重心的前移

过去三十年，欧盟包装立法的主线是**末端治理**——让包装更容易被回收、让生产者回收付费。94/62/EC 指令与各国 EPR 体系，本质上都在优化"废弃物"这一端。

PPWR 标志着方向反转：它把治理重心前移到**使用环节**。核心逻辑是，即使一个包装 100% 可回收，若只被使用一次，其材料、能源与碳排的摊销成本依然极高。*减少包装废弃物最有效的手段，是让包装少变成废弃物。*这就是为什么 PPWR 在废弃物层级中把"重

复使用 (reuse) "明确置于"回收 (recycle) "之上, 并用强制配额而非倡导性语言落实。

◆ 数据背景

欧盟委员会披露：欧盟使用的塑料中约 **40%** 用于包装；海洋垃圾中约 **一半** 来自包装；2022 年欧盟人均产生废弃物 **186.5 kg**。2021 年欧盟包装废弃物达 8,430 万吨，人均 188.7 kg。

1.2 时间轴：合规倒计时已经启动

2025-02-11 已生效	PPWR 生效。第 11 条"可重复使用包装"判定标准即刻适用。
2026-08-12 最紧迫	PPWR 全面适用：所有包装须可回收；重金属总量 $\leq 100\text{ mg/kg}$ ；食品接触包装 PFAS 限值生效；须备妥符合性声明 (DoC) ，无合规声明货物可能被海关扣留；EPR 标识仅允许以数字形式提供

	(Art. 12(9)) 。
2026-12-30	EUDR 对大中型经营者适用。木质托盘若仅用于支撑/保护/承载另一产品，或为二手托盘，可获得豁免。
2027-02-12	委员会须通过授权法案，为最常用可重复使用包装形态设定 最低周转次数 (Art. 11(2)) 。
2027-02-18	电池护照成为首个强制 DPP，为数字化合规确立范式。
2028-02-12	HORECA 外卖须向消费者提供可重复使用包装选项，且价格不得高于一次性方案 (Art. 33) 。
2029-02-12 关键	可重复使用包装须加施"可重复使用"标识 + QR/标准化开放式数字载体，载体须 支持追踪与周转次数计算 。无系统运营方的开放环路豁免此义务 (Art. 12(3)) 。
2030-01-01 分水岭	· 重复使用配额生效：跨境 $\geq 40\%$ ，同企业跨场所 / 同成员国境内 100% · 所有包装须可回收且达 A/B/C 级 ($\geq 70\%$) · 塑料包

	装再生料含量目标生效 · 空隙率 $\leq 50\%$ (循环系统内的可重复使用包装豁免, Art. 24(5)) · 电商须在结账环节提供可重复使用配送选项
2035-01-01	包装须"规模化回收": 年回收材料量 $\geq 55\%$ (木材 $\geq 30\%$) 。
2038-01-01	仅允许可回收性能达 A/B 级 ($\geq 80\%$) 的包装投放市场。
2040-01-01	重复使用配额提升至 70% (努力目标) ; 塑料包装再生料含量进一步收紧。

◆ 时间倒推

2026 年 8 月是"文件合规", 2029 年 2 月是"标识合规", 2030 年 1 月是"配额合规"。以 2029-02 为终点倒推: 项目建设 6-18 个月 + 至少 12 个月历史周转数据积累, **启动决策的最后窗口是 2027 年上半年。**

CHAPTER 02

法规全景：与"容器可循环"相关的全部欧盟立法

2.1 主法 PPWR (EU) 2025/40 逐条拆解

2.1.1 三个定义（第 3 条）

包装	由经济经营者用于容纳、保护、搬运、交付或展示产品的物品，且不属于产品本身的组成部分（输液袋、注射器等属医疗器械功能组成部分，不构成包装）。
运输包装	便于多件销售单元或集合包装的搬运与运输、防止运输损伤的包装，包括托盘、托盘缠绕膜、捆扎带等。 <i>纸板箱在计算配额时被单独豁免，但仍属运输包装。</i>
重复使用	在 同一目的 下被多次使用。把周转箱改作储物箱、改作废品箱，不构成法规意义上的

	reuse。
--	--------

2.1.2 什么是"可重复使用包装"：第 11 条四项 硬条件

① 设计意图	② 功能不衰 减	③ 可清空再 装载	④ 可整備 + 可回收
被构思、设计并投放市场，目的就是要在循环系统内完成多次行程或周转。	能承受多次使用循环，而不丧失履行既定功能的能力。	可被清空、卸载、再填充或再装载，且不影响产品质 量、安全或卫生。	能按附件 VI 第 B 部分整備，并最终满足第 6 条可回收性要求。

第 11 条标准自 2025-02-11 起适用，市场监管机构自 2026-08-12 起可检查；此前投放市场的可重复使用包装不适用追溯整改（Art. 15(9)）。委员会须在 2027-02-12 前设定最低周转次数。

2.1.3 循环系统义务：第 26、27 条与附件 VI

- **第 26(1) 条**——首个在某成员国使可重复使用包装可用的经济经营者，须确保建立了满足**附件 VI** 条件的循环系统。
- **第 27(1) 条**——使用可重复使用包装的经营者，须参与一个或多个循环系统，并按附件 VI 第 B 部分**整備**后再使用。
- **第 26(2) 条**——系统合规说明须作为**可重复使用包装技术文档的一部分**编制。

◆ 附件 VI：循环系统至少须具备的要素

治理结构与准则；系统运营方；所有权与责任规则

回收激励——促使包装被归还的机制（押金、账单、合约条款）

整備规则（第 B 部分）——收集、检查、清洗、维修、再装载的作业标准

报废处理——退出循环后的去向与处理方式

报告规则——须报告周转次数、报废率、回收率、投放单位、新增单位、报废处理

◆ **风险提示：没有系统 = 一次性包装**

若一个周转箱没有实际回流路径、没有整备规则、没有周转记录，无论多耐用都**不能计入重复使用配额**，反而因更重、用料更多而在 EPR 生态调节费用上处于劣势。

2.1.4 第 29 条：重复使用配额（核心）

第 29(1)–(3) 条对特定形态的运输包装与用于运输产品的销售包装设定配额，覆盖**所有尺寸与材质**。适用形态清单：

托盘 Pallets 柔性中型散装容器 FIBC 托盘缠绕膜

提桶 Pails 捆扎带 Straps 盘/托 Trays 桶 Drums 塑料

周转箱 Crates 罐 Canister 箱（纸板除外）刚性 IBC 折叠塑料箱

适用场景	2030 起	2040 起	法条与说明
跨境运输（不同成员国、法律上独立的经济经营者之间）	≥40%	70%（努力目标）	Art. 29(1)。按上述形态整体计算
同一企业不同场所之间 / 关联企业之间	100%	100%	Art. 29(2)。一次性器具被实质禁止
同一成员国境内，法律上独立的经济经营者之间	100%	100%	Art. 29(3)。缠绕膜与捆扎带已被 C(2026) 511 豁免出此义务
集合包装（箱形态，纸板箱除外）	≥10%	25%	Art. 29(1)
电商配送包装	≥10%	50%	2030 起结账环节须提供可重复使用选项
饮料（酒精与非酒	≥10%	40%	葡萄酒、烈酒与

适用场景	2030 起	2040 起	法条与说明
精，最终分销商)			高易腐乳品至 2040 前豁免； ≤100 m² 豁免

形态豁免 (Art. 29(4))	主体豁免 (Art. 29(13))
· 危险品运输包装 (2008/68/EC) · 为大型机械/设备按订单定制的包装 · 直接接触食品或饲料的柔性包装 · 纸板箱 (含瓦楞纸板箱)	微型企业须同时满足：① 在该成员国日历年内投放包装 ≤1,000 kg；② 符合微型企业定义 (<10 人且年营业额或资产总额 ≤200 万欧元)。木质托盘不在豁免清单中。

◆ 计算方法尚未落地——风险也是机会

第 30(3)–(4) 条规定，委员会须通过实施法案明确配额计算方法；举证义务自 **2030-01-01** 起，或自该实施法案生效后 18 个月起（孰晚）适用。截至 2026 年年中计算方法仍未通过。**越早建立可追溯的周转数据体系，越**

能在方法落地时掌握主动权；等到方法出台才开始采集，将面临数据缺失无法举证的被动局面。

2.1.5 第 12 条：标识与数字载体——RFID 的法定接口

◆ Art. 12(2) 要旨

自 **2029 年 2 月 12 日**（或第 12(6) 条实施法案生效后 30 个月，孰晚）起，投放市场的可重复使用包装应带有告知用户其可重复使用的标签。关于可重复使用性的进一步信息——包括循环系统的可获得性与收集点信息——应通过 **QR 码或其他标准化、开放的数字数据载体** 提供，*该载体应便于包装的追踪以及行程与周转次数的计算，或在无法计算时给出平均值估计。*

- 1. 不是所有包装都要 QR 码。**一般包装的材质成分标识自 2028-08-12 起适用，运输包装被排除。"QR 强制"只针对**有系统运营方的可重复使用包装**。

2. **开放环路豁免。**第 12(3) 条：无系统运营方的开放环路系统，免除标识与数据载体义务，也免除周转次数报告义务。
3. **单一数据载体原则。**当另一部欧盟法律（如 ESPR 的 DPP）也要求通过数据载体提供产品信息时，Art. 12 要求为产品与包装信息使用同一个数据载体且两类信息易于区分。这为"QR 对外 + RFID 对内、同身份双载体"架构提供直接法律依据。

◆ 关键论断

Art. 12(2) 要求数据载体"便于周转次数的计算"。**QR 码无法在无人干预的情况下自动计数**——它需要人工扫码，而人工扫码正是当前器具管理数据缺失的根源。RFID 的批量、非视距、自动采集特性，是让"周转次数"从估算变为实测的唯一经济手段。

2.1.6 其他高度相关条款

条款	主题	要点
Art. 5	物质限制	铅/镉/汞/六价铬总量 ≤ 100 mg/kg (2026-08-12) ; 食品接触包装 PFAS: 目标 单体 ≤ 25 ppb、总和 ≤ 250 ppb、含聚合物总氟 ≤ 50 ppm
Art. 6	可回收性	2026-08-12 起须可回收; 2030-01-01 起达 A/B/C 级 ($\geq 70\%$) ; 2038-01-01 起达 A/B 级 ($\geq 80\%$) ; 2035 起须"规模化回收"
Art. 7	再生料含量	一次性塑料饮料瓶 2030 $\geq 30\%$ / 2040 $\geq 65\%$; PET 接触敏感包装 2030 $\geq 30\%$ / 2040 $\geq 50\%$; 其他塑料包 装 2030 $\geq 35\%$ / 2040 $\geq 65\%$

条款	主题	要点
Art. 24	包装最小化	2030-01-01 起空隙率 ≤50%; Art. 24(5) 对循环系统内的可重复使用包装豁免——采用合规循环机制可换取箱型设计自由度
Art. 33	HORECA 外卖	2027-02-12 起须允许顾客自带容器; 2028-02-12 起须提供可重复使用包装选项且不得更贵
Art. 44–47	EPR 与生态调节	按成员国分别注册、报告、付费; Art. 6(8)、7(7) 允许按可回收等级与再生料含量调节费用—— <i>可证明即省钱</i> ; Art. 44(14) 要求格式开放、机器可读、无供应商锁定
Recital 124	责任主体	自第三国进口时, 物流公司被视为该包装的"生产者"——对中国出口链条影响直接

2.2 配套法规

法规	角色	与"容器可循环"的关联
ESPR (EU) 2024/1781	DPP 法律母法	数字产品护照框架； 技术中立，明确接受 QR / Data Matrix / NFC / RFID 作为数据载体 ；三层访问（消费者/经济运营者/监管）；非欧盟制造商须指定欧盟授权代表（Art. 16）； 包装已在受影响品类清单中
电池法规 (EU) 2023/1542	首个强制 DPP	2027-02-18 电池护照强制（工业电池 > 2 kWh、EV、SLI）；为运输电池/储能柜的容器方案提出数据接口要求
废弃物框架指令	EPR 与层级	确立废弃物层级（预防 > 重复使用 > 回收 >

法规	角色	与"容器可循环"的关联
2008/98/EC (2018/851 修订)		其他)；设定 EPR 制度最低要求；PPWR Art. 45 与之衔接
EUDR (EU) 2023/1115	木质容器尽调	2026-12-30 (大中型) / 2027-06-30 (微小) 适用；木质托盘 (CN 4415)、纸与纸板在 Annex I 范围内； 承载用包装与二手托盘豁免 ；租赁在欧盟境内不构成投放市场，但进入自由流通即视为投放
SUPD (EU) 2019/904	一次性塑料	并行适用于特定一次性塑料制品；PPWR 进一步限制调味包、酱料小包装等形态
CSRD / ESRS E5	企业披露	要求披露资源使用与循环指标；RFID 生成的周转/回收/报废数据可直接

法规	角色	与"容器可循环"的关联
		作为 可审计的 ESG 证据

2.3 国别法：PPWR 之外的"更早、更严"

国家	法律	与容器可循环相关的要求
德国	包装法 VerpackG	饮料包装重复使用比例目标 70%（2024）；2023 起餐饮与外卖须就一次性塑料食品包装与饮料杯提供 可重复使用替代选项 ；最终分销商须标示一次性/可重复使用；<5 名员工或 <80 m² 门店豁免；EPR 经 LUCID / ZSVR 登记
法国	AGEC 反浪费与循环经济法	2023 年包装重复使用 5%、 2027 年 10% ；第 77 条禁止堂食使用一次性餐具；第 43 条要求 >400 m² 零售商提供可重复使用

国家	法律	与容器可循环相关的要求
		容器；第 9 条设立重复使用观察站；对非再生塑料征收 0.45 €/kg 税
西班牙	皇家法令 RD 1055/2022	2030 年循环目标：瓶装水 40%、啤酒容器 85%、软饮料 70% 可重复使用；对非再生塑料征收 0.45 €/kg 税
意大利 / 荷兰 / 比利时	国别措施	意大利向可堆肥生物塑料倾斜；荷兰以押金制与超市循环试点为主；比利时区域在零售端鼓励循环

注意：PPWR 第 12 条对包装标识实行**完全协调**，成员国不得就 PPWR 已覆盖的标识事项另设国家强制要求；但配额与回收基础设施层面的国别差异仍然存在。

CHAPTER 03

合规的本质：从“宣称可循环”到“证明可循环”

3.1 三道证明题

证明题一 · 身份唯一	证明题二 · 周转可计量	证明题三 · 闭环可追溯
如何证明“这个箱子”就是系统里登记的那个可重复使用包装？需要抗脱落、抗磨损、抗清洗的物理唯一标识，与资产台账稳定绑定，全生命周期不漂移。	Art. 12(2) 明示数据载体须支持周转次数计算。每一次“投放—回收—整备—再投放”都要留下时间戳证据，且来自自动采集而非人工申报。	Annex VI 要求报告回收率、报废率、投放与新增单位数。企业必须能说清每一个未归还的容器最后被读到是在哪里、停留了多久。

◆ 为什么条码体系答不上来

条码需要**视距、逐件、静止扫描**，而器具流转发生在叉车高速通过大门、整车同时装卸、堆叠遮挡的场景里——这三个场景恰好是条码物理上无法覆盖的。结果是数据断层、实时状态无法追踪、资产丢失无法追责。

3.2 六类必须沉淀的数据

数据项	法规出处	采集方式
周转次数 Rotations	Art. 12(2)、 Annex VI	每个 EPC 在"投放→回收"闭环中计数；按容器/客户/路线聚合
报废率 Rejects	Annex VI	整备工位读取 + 判废登记，形成报废原因分类
回收率 Collection rates	Annex VI	按投放批次追踪归还比例；结合停留时长识别滞留点
投放单位数 Sales units	Annex VI、Art. 30	出库通道自动计数，按品类/材质/成员国出表

数据项	法规出处	采集方式
新增单位数 Added units	Annex VI	新容器首次编码绑定时登记，与投放量交叉验证资产池规模
报废处理 End-of-life	Annex VI、Art. 6	判废后流向登记，对接 EPR 申报与可回收性声明

3.3 RFID 与 QR 的分工

维度	QR / Data Matrix (对外合规载体)	UHF RFID (对内计量底座)
法规角色	Art. 12(2) 指定的"标准化、开放数字数据载体"，面向用户、回收方与监管机构	Art. 12(2) 要求"便于周转次数计算"的物理实现；ESPR DPP 认可的数据载体之一
读取方式	视距、逐件、人工/固定扫码器	非视距、批量 (>650 张/秒)、自动触发
典型场景	消费者扫码查循环系统、回收点，海关核验	叉车通过通道、整车装卸、产线上线、空箱回收

维度	QR / Data Matrix (对外合规载体)	UHF RFID (对内计量底座)
数据性质	静态合规声明 + 动态周转统计 (后端生成)	原始事件流 (时间、地点、方向、数量)

◆ 一句话结论

QR 码负责"说得清", RFID 负责"数得准"。 Art. 12(2) 允许"平均值估计"的前提是 *"计算不可行"*。一旦监管发现同行用自动采集给出了精确值, 估算的可信度与抗辩力将迅速下降。

CHAPTER 04

为什么循环租赁是合规成本最优解

4.1 企业面对 PPWR 的三条路

路径	做法	成本与难度	适用性
A. 改用一次性替代	用纸板箱替代塑料周转箱，利用纸板箱豁免	短期成本最低；但纸板箱强度与耐候性差、循环次数低，与减量目标（Art. 24）和 EPR 费率调节方向相悖	仅适合低价值、短链路、干态货物；是权宜之计不是长期方案
B. 自建循环系统	自购可循环容器，自建回收、清洗、整备与追踪体系	资本支出大；需同时具备容器设计、逆向物流、清洗能力、IT 系统；须按 Annex	适合超大规模、链路可控的巨头；对多数企业不经济

路径	做法	成本与难度	适用性
		VI 建立治理结构并持续报告	
C. 接入循环租赁（池化）	向专业循环包装服务商租赁容器，由服务商承担系统运营方职责	无重资产投入；按次付费，成本可预测； 合规举证责任由具备 Annex VI 系统的服务商承担	多数企业的最优解

◆ **循环租赁的合规价值：把“举证责任”外包**

PPWR 最重的负担不是买可循环箱子，而是**证明它在循环**——需要建立满足 Annex VI 的系统、持续报告六类指标、编制技术文档。这些都是专业循环包装服务商的**核心业务而非边缘能力**。企业接入池化服务，相当于把**一项非核心的合规负担，转化为一项可预测的服务采购**。这也解释了为什么欧盟与中国的政策合力，正在把循环包装从“环保选择”推向“成本刚需”：*循环箱单次使用成本 0.5–0.7 元，已低于一次性瓦楞纸箱的 0.8–1.2*

元，而碳足迹仅为后者的约四分之一。

4.2 但是——租赁模式有一个致命前提

◆ 单位经济模型的分母

循环箱的成本优势建立在“箱体能真正跑满设计循环次数”这一假设上。以标准 600×400×300 mm PP 中空板箱为例：采购成本 35–50 元、按 50 次摊销为 0.6–0.7 元/次，加上回收物流约 0.3 元、清洗翻新约 0.1 元，合计 **0.5–0.7 元/次**。但如果读取率只有 80%，意味着**每 5 个箱子有 1 个处于失控状态**，逐步沉淀为客户场地的“僵尸资产”，实际循环次数可能只有设计值的 1/3 到 1/2——单次摊销成本随之翻倍，*成本优势荡然无存*。

结论：循环租赁能否承接 PPWR 带来的历史性机会，取决于它能否拿出可审计的周转数据。这正是 RFID 从“运营工具”升格为“合规基础设施”的原因。

4.3 循环租赁运营商的四个能力门槛

① 资产可见性	② 确权能力	③ 整备标准化	④ 数据输出能力
每一个容器的实时位置、状态、归属可查——这是所有指标的分子	在争议现场能当场证明资产归属（隐蔽内标机制）	清洗、检查、维修、配组的作业标准与记录（Annex VI Part B）	六类指标可出表、可审计、可对客户与监管交付

这四个门槛中，前三个都由 RFID 技术直接支撑，第四个则是前三者的自然产物。*换句话说：没有 RFID，就没有可规模化的循环租赁。*

CHAPTER 05

技术底座：以 RFID 构建可审计的循环数据链

5.1 为什么是 UHF RAIN RFID

频段	读距	批量	材质适应性	定位
LF 125 kHz	<0.1 m	差	对金属液体不敏感	不适合容器循环——无法批量读取
HF 13.56 MHz	0.1–1 m	中	对液体金属优于 UHF	小容器、金属桶、玻璃瓶；NFC 支持消费者手机读取（DPP 消费者层）
UHF 860–960 MHz	0.5–15 m	优 >650 张/秒	塑料/泡沫/干木优；金属需抗金属标签；液体衰	容器循环主力频段。 非视距、批量、移

频段	读距	批量	材质适应性	定位
ISO 18000- 63			减明显	动中读取，唯一能支撑通道门与叉车通过式采集的方案
有源 / BLE 2.4 GHz	10-100 m	中	与材质基本无关	高价值资产、长途在途、需温湿度传感；成本高、需换电池

5.2 三个决定成败的技术决策

决策一 · 标签必须内嵌	决策二 · inlay 按内容物分版本	决策三 · 相邻边双标签
外贴标签在清洗、碰撞、人为拆卸下必然失效。沉台隐藏式内嵌把标签变成箱体结构的一部分	含水内容物（ $\epsilon_r \approx 80$ ，强吸收）与金属内容物（导体反射）对射频影响方向完全相	两枚标签装在相邻两条边（而非对边），辐射方向互相垂直，任意朝向至少一枚处于主辐

分：非破坏性手段 反，无法用单一 射方向；斜向通过
无法取出，5 年+ inlay 同时优化。 时至少一枚在强场
免维护，且内嵌位 须设计抗液体版 + 区。这是消除方向
置可优化天线辐射 抗金属版双版本， 盲区的键。
方向，减少堆叠时 并按装载品类选
的互耦与屏蔽。 型。

5.3 编码与数据标准

项目	标准	说明
空口协议	ISO/IEC 18000-63 = GS1 EPC Gen2v2	确保跨品牌互操作，防止供应商锁定
资产编码	GRAI-96	可回收资产标识（资产类型 + 序列号）， 容器循环首选
单品编码	GIAI-96/202	适合高价值单件（IBC、料架、笼车、钢桶）
运输单元	SSCC	整车/整托批次标识

项目	标准	说明
芯片 TID	ISO 18000-63 强制区	出厂唯一不可改写，具备防克隆属性，建议与 EPC 双因子校验
用户存储区	User memory bank	建议 ≥ 128 bit ，为未来 DPP 指针与维护记录预留容量
数据交换	GS1 EPCIS + CBV	标准事件格式，便于对接客户系统与监管
对外载体	GS1 Digital Link / QR	与 RFID 共用同一身份，实现"一物一码两载体"

◆ 面向合规的冗余设计

若一个周转箱设计寿命 10 年，那么今天贴上的标签必须能活到 2036 年，且容量足以承载届时才定义好的 DPP 字段。因此选型时应：① 用户区 ≥ 128 bit；② 采用 GS1 标准编码而非私有编码；③ 优先支持 Gen2v2 安全特性；④ 要求标签厂商提供 ≥ 10 年供货与一致性承

诺。

CHAPTER 06

解决方案：面向循环租赁的完整架构

6.1 云-边-端协同

层级	组成	作用
云端	基于现有 WMS 升级，集成 RFID 数据处理模块	资产信息管理、数据存储与清洗、报表分析与可视化；对接 ERP/TMS/客户系统，支撑计费、押金、结算与 ESG 报告
边缘端	固定式 RFID 通道、 RFID 屏蔽室 、流水线读写器、高性能手持 PDA	业务节点实时采集 + 边缘侧初步处理（去重、RSSI 过滤、方向判断），降低云端压力与网络依赖
终端	智能周转箱，配备 相邻边双 RFID 标签	每只箱子成为独立、可实时识别的智能资产数据节点

层级	组成	作用
		点

6.2 关键设备规格

RFID 屏蔽室（总部）	高性能手持 PDA（终端仓）
隔绝外部干扰，保障整托盘盘点 100% 读取率；自动双开卷帘门，无需人工干预；配 Impinj E710 工业级 UHF 读写器 + 天线射频反射设计；采用 EPCglobal Gen2v2 (Gen2X) 芯片降低高密度碰撞率。性能：叉车单托盘 800 个标签，约 3 秒完成，全链路准确率 99.9%+	八核 64 位 2.45 GHz；Android 11/13；RAM 4 GB / ROM 64 GB（Micro SD 最大 256 GB）；UHF 识读距离 15 m+、速率 1300+ 张/秒；支持一维/二维码与屏幕扫码。用途：终端仓出入库盘点、客户端交接、确权追溯

6.3 "一物两证"确权机制

层级	载体	作用	特性
第一 证 · 外标	箱体邻边可见/半可见标签	日常作业快速识别：通道批量读取、PDA 盘点、出入库交接	读取便捷，可能因极端损伤失效
第二 证 · 内标	内置隐蔽标签	资产确权的最终物理凭证：外标失效或归属存疑时，PDA 近距离读取内标，查询绑定信息完成确权	非破坏性手段无法取出 ；位置隐蔽，第三方无从获知

◆ 为什么这能真正解决确权问题

确权的难点从来不是"能不能证明是我的"，而是"**在争议现场能不能当场证明**"。外标可以撕、可以换、可以遮；但一枚位置隐蔽、非破坏无法取出、且与系统档案绑定的内标，使得任何持有方都无法否认箱体归属——**在法**

律意义上把举证责任从资产方转移给了占有人。

6.4 环保合规

PP / PET 主选	ABS 限用于固定件	PVC 淘汰 / 金属铆钉禁用
与 PP 箱体同材，回收流完全兼容；耐化学性好；耐低温	机械强度高，用于固定结构	PVC 含氯、易老化、与绿色定位相悖；金属件污染再生料、损伤破碎设备、食品医药场景构成异物风险

6.5 部署路线图

P0 验证 · 4-6 周	标签样品制作（抗液体/抗金属版）；沉台工艺试样；实验室读距、高低温、清洗循环测试；小批量（50-100 箱）现场试点。

	决策评审：读取率是否达标
P1 标杆 · 8–12 周	总部屏蔽室建设；总部出入库流程上线；WMS RFID 模块开发与联调。 验收：800 标签 / 3 秒 / 99.9%+
P2 复制 · 12–24 周	终端仓 PDA 部署与培训；清洗线/整备线读写器部署；客户端交接流程上线；确权机制启用
P3 优化 · 持续	指标体系与看板；异常告警调优；与客户/承运商系统对接； 合规与 ESG 报表输出

◆ 实施顺序的硬约束

必须先做 **P0 标签验证**，再投屏蔽室。屏蔽室的设计参数（天线布局、功率、驻留时间）依赖标签的实际射频特性；若标签方案未定型就先建屏蔽室，极可能因参数不匹配而返工。

CHAPTER 07

市场分析：规模、结构与机会窗

口

◆ 数据口径说明

循环包装市场存在多套统计口径，不同机构数值差异较大。以下数据用于判断量级与趋势，**不建议作为单一来源写入正式投标文件。**

7.1 市场规模

561 亿元	87 亿元	6.3%	458 亿美元
中国循环包装	智能环保物流	中国循环包装	欧洲可循环包
服务市场	箱 2026 年	服务 CR5	装市场 2030
2025 年	(CAGR	(高度分散)	年预测
(+8.9%)	24.3%)		

结构性判断：**循环箱单次使用成本已降至 0.5–0.7 元，低于一次性瓦楞纸箱的 0.8–1.2 元**，商业模式无需环保补贴即可自驱；头部物流企业已铺设超 500 万个循环箱，**平均循环次数从 2022 年的 15 次提升至 35 次**；智能化渗透率从 2024 年 18% 提升至 2026 年 39%。

7.2 竞争格局与机会

参与者	定位	对孚恩的含义
Brambles / CHEP	全球最大池化运营商，45 国、约 3 亿件资产	2022 年已与 BXB Digital 合作加装 IoT 追踪——连巨头都在补数据能力，说明可见性是必备项
IFCO / Schoeller Allibert / Schütz /	容器制造与池化	掌握资产池与容器设计，通常不掌握低成本可定制的硬件与中间件全栈

参与者	定位	对孚恩的含义
Nefab		
Antares Vision / ACSIS / System Loco	追踪软件与云平台	掌握软件平台，硬件多依赖外购
苏州优乐赛 / 中集	国内一体化循环包装服务商	优乐赛 2025 年 1-8 月营收 5.33 亿元， 容器服务占 87.53% ——服务化已是主流
上海孚恩	RFID 标签 / 读写设备 / 中间件全栈	差异化三点： ① 标签定制能力（双 inlay、环保封装、沉台工艺）；② 设备全栈自研可协同调优；③ 规模化交付经验（100+ 粮库、多省烟草电力、多家主机厂）

7.3 三个正在打开的窗口

窗口一 · 合规倒计时	窗口二 · 行业整合期	窗口三 · 新箱投产周期
PPWR 2029-02 标识义务、2030-01 配额义务。倒逼建设 6-18 个月 + 12 个月数据积累，决策最后窗口在 2027 年上半年。	服务端 CR5 仅 6.3%，箱体规格与流程互不兼容。率先建立可互认资产数据体系的玩家将主导整合。	内嵌工艺必须与箱体生产同步，只能在"新一批箱体投产前"切入。这是销售的天然时间锚点。

7.4 风险与应对

风险	描述	应对
计算方法未落地	Art. 30 实施法案未通过，口径不确定	以"先有数据、再适配口径"为卖点；按最严格口径设计，指标可

风险	描述	应对
		回溯重算
义务时点可能顺延	举证义务为 2030-01 或实施法案后 18 个月孰晚	用 国别法 （法国 2027、德国已生效）与 损耗成本 作为当期 ROI 论证，不把全部价值押在 2030
缠绕膜/捆扎带豁免扩大	C(2026) 511 已豁免其 100% 义务	聚焦托盘、周转箱、IBC、桶、罐等高价值刚性品类
客户 IT 集成阻力	既有 WMS 改造意愿低	坚持"升级而非替换"；开放 API 与模块化接入
技术同质化	竞争者可能复制双标签与内嵌思路	把 know-how 沉淀为 与箱体厂的联合标准 ，形成渠道与标准壁垒

CHAPTER 08

案例分享：从 200 万资产池到国际标杆

8.1 旗舰案例：200 万级循环租赁周转箱资产池

80%	99.9%+	800 个	5 年+
改造前 读取 准确率	方案目标 全 链路准确率	单托盘 标签 并发读取	标签 使用寿 命

客户：专注智能循环包装技术与服务的企业，提供可循环包装物的研发、租赁及全链路数字化管理，管理约 **200 万个智能周转箱**，覆盖生鲜、医药、汽配、冷链，业务模式已从产品销售转向服务租赁。

四大痛点：① 资产归属不清、流失严重（租赁资产与客户自有资产混放）；② 读取准确率仅 80%，不敢大规模投产新箱体；③ 标签表面粘贴，易受碰撞、人为拆卸、干冰/高压清洗影响；④ 大量使用 PVC 等非环保材料，存在法规与品牌风险。

方案：云-边-端协同架构 + 相邻边双标签（抗液体/抗金属双 inlay）+ 沉台隐藏内嵌工艺（PP/PET 封装、拒绝金属铆钉）+ 总部屏蔽室（800 标签/3 秒/100%）+ "一物两证"确权机制 + 基于现有 WMS 升级的数据平台。

◆ 最值得复制的三点

痛点归因要挖到物理层。80% 读取率的表象背后是标签外贴 + 单一 inlay + 无位置设计三个物理缺陷，在读写器或软件层面优化解决不了。

确权机制是租赁模式的专属需求。自用资产不需要"一物两证"，租赁必须——因为争议发生时要能在现场当场证

明。

环保约束可以转化为竞争壁垒。 PVC 淘汰倒逼出 PP/PET 同材封装，反而带来回收流兼容性这一新卖点。

8.2 孚恩客户实证

领域	代表客户	可复用经验
汽车物流	大众备件仓库、排序仓库、大众三厂总装仓库、宁波大众仓库、捷豹路虎、奇瑞、飞力达、延锋江森	通用汽车项目覆盖八环节完整闭环，其中 "编组"环节直接对应 Annex VI Part B 整备要求 ，是报废率与整备记录的生成点
数字粮库	江苏、安徽、云南、陕西等 100 多个粮库	验证跨省标准化交付能力—— 在第一个站点固化全部参数与 SOP，后续严格复制
烟草电力	湖南、江西、贵州、福建、云南烟草；河北、	强监管全流程留痕；计量器具的检定周期管理

领域	代表客户	可复用经验
	山西电力计量中心	可直接迁移为容器的"整备—判废"周期管理
医药与新能源	宁德时代、携赁、京东物流、烟台港、宁波港、信谊制药、复星药业、英华达等	温区与洁净要求；"携赁"本身就是租赁业务形态的服务商，是同类型客户的直接实证

8.3 国际标杆

Antares Vision · 烘焙企业	Brambles / CHEP · 池化巨头
美国某大型烘焙企业，800万台车与托盘铺在 11,000 条配送路线上，年更换超 500 万美元资产却不知丢失位置。2023 年部署 RFID + 云平台 + ERP 集成 + 机器学习损耗预测。结果：年度可循	全球最大池化运营商，45 国、约 3 亿件资产。2022 年与 BXB Digital 合作，在南欧为可循环托盘与容器加装 IoT 追踪设备。三个信号：① 护城河正从"资产规模"转向"数据能力"；② 可见性

环资产成本 -33%，首年节省正成为池化服务的标准配置；③ 留给中国循环包装运营的时间窗口有限。启示：纯经济驱动即可回本；在欧洲与出口场景，同样部署还额外产出合规证据——ROI 论证更容易成立。

CHAPTER 09

行动建议：分角色的合规路线图

9.1 对欧出口企业（货主 / 品牌方）

立即（0-3个月）	① 成立跨部门合规小组（包装、采购、物流、法务、IT）；② 排查在欧业务落入哪类场景——跨境 40%、同企业跨场所 100%、同成员国境内 100%；③ 确认责任主体，特别注意 Recital 124 （进口时物流公司可能被视为生产者）；④ 按 Art. 29(1) 形态清单建立容器台账。
短期（3-9个月）	① 评估三条路径：纸板箱替代 / 自建循环系统 / 接入循环租赁；② 若选择租赁，把“能否提供 Annex VI 六类指标”写入服务商评估标准；③ 确定编码体系（GS1 前缀 + GRAI/GIAI）。
中期（9-24个月）	① 与循环服务商系统对接，获取周转数据；② 用数据支撑 EPR 生态调节费率优化

	与 ESRS E5 披露；③ 为 2029-02-12 标识义务准备 QR 内容。
--	---

9.2 循环包装运营商 / 池化服务商

- **把数据能力产品化**——客户租赁的不仅是容器，更是“合规可见性”。将周转次数、回收率、碳减排量打包为对客报告，作为差异化卖点。
- **抢占 Annex VI 系统运营方角色**——欧盟法规要求循环系统必须有系统运营方，这恰恰是池化服务商的天然定位。*主动承接客户的合规举证责任，是最强的客户黏性来源。*
- **利用 EUDR 与 PPWR 的同向激励**——承载用包装与二手木质托盘在 EUDR 下豁免，同时计入 PPWR 配额。木质托盘池化可同时获得两项收益。
- **在新箱投产前完成标签定型**——内嵌工艺必须与箱体生产同步，错过一批次就要等下一轮。

9.3 孚恩的产品化建议

智能箱联合方案	合规数据底座包	选型与测试服务
与箱体制造商深度绑定，在设计阶段即预留沉台与标签位，形成标准品。卡住"新箱投产"的时间窗口，形成渠道壁垒。	编码规则 + 采集点位标准 + 中间件六类 Annex VI 指标模块 + 审计报表模板。形成可复制SKU，缩短销售周期。	配套《各类包装容器 RFID 选型指南》，提供材质分组样品测试、清洗循环测试、读率验收，形成技术壁垒。

附录

术语、标准与法规索引

附录 A · 术语

术语 / 缩写	英文	释义
PPWR	Packaging and Packaging Waste Regulation	《包装和包装废弃物法规》(EU) 2025/40
ESPR	Ecodesign for Sustainable Products Regulation	《可持续产品生态设计法规》(EU) 2024/1781
DPP	Digital Product Passport	数字产品护照
EUDR	EU Deforestation Regulation	《零毁林法规》(EU) 2023/1115
EPR	Extended Producer Responsibility	生产者责任延伸

术语 / 缩写	英文	释义
周转次数	Rotations / Trips	容器完成一次"投放—回收—整備—再投放"的计数
循环系统	System for re-use	满足 Annex VI 条件的回流、整備与再投放体系
整備	Reconditioning	收集、检查、清洗、维修、再装载 (Annex VI Part B)
RTI / RPC	Returnable Transport Item / Reusable Plastic Crate	可循环运输器具 / 可循环塑料周转箱
IBC / FIBC	Intermediate Bulk Container / Flexible IBC	中型散装容器（吨桶） / 柔性吨袋
GRAI / GIAI / SSCC	GS1 EPC 标识体系	可回收资产 / 单个资产 / 运输单元

术语 / 缩写	英文	释义
DDS / DoC	Due Diligence Statement / Declaration of Conformity	EUDR 尽职调查声明 / 符合性声明

附录 B · 标准

标准	内容
ISO/IEC 18000-63	UHF 860–960 MHz 空口协议（EPC Gen2v2 的 ISO 版本）
GS1 EPC Gen2v2 / Gen2X	空口协议；含认证、Untraceable、存储分块等安全特性
GS1 EPC Tag Data Standard	SGTIN / SSCC / GRAI / GIAI / SGLN 编码与内存格式
GS1 EPCIS / CBV	事件数据交换标准
GS1 Digital Link / ISO/IEC 18004	QR 码 URI 结构与 QR 码标准
ISO 17363–17367	货运集装箱 / 可回收运输单元 / 运输单元 / 产品包装 / 产品标签的 RFID

标准	内容
	应用
EN 13429 / 13430 / 13428 / 13432	包装与环境：重复使用 / 可回收 / 源头减量 / 可堆肥
ISO 18604	包装与环境 — 材料回收

附录 C · 法规原文索引

- Regulation (EU) 2025/40 (PPWR) — EUR-Lex CELEX: 32025R0040
- Commission Notice C/2026/3084 — PPWR 实施指南与 FAQ (2026-03-30, 澄清 33 项议题、131 个高频问题)
- Commission Delegated Decision C(2026) 511 (2026-02-25) — 托盘缠绕膜与捆扎带豁免 Art. 29(2)(3) 的 100% 义务
- Regulation (EU) 2024/1781 (ESPR) ;
Regulation (EU) 2023/1542 (电池法规)

- Regulation (EU) 2023/1115 (EUDR) ; 修订 (EU) 2024/3234、(EU) 2025/2650
- Directive 2008/98/EC (废弃物框架指令) ; 修订 (EU) 2018/851
- Directive (EU) 2019/904 (一次性塑料指令) ; Directive 94/62/EC (PPWD, 已被取代)
- 德国 VerpackG; 法国 AGEC 法 (2020-105) ; 西班牙 RD 1055/2022

◆ 免责声明

本白皮书基于截至 **2026 年 9 月** 的公开资料编制，用于市场沟通与方案讨论，**不构成法律意见**。PPWR 的多项计算方法、最低周转次数、标识格式仍有待欧盟委员会通过授权法案与实施法案明确，相关时点可能随之调整。具体项目请以法规原文、委员会最新指南及客户法务意见为准。第三方市场数据来源于公开研究机构，口径存在差异，引用时请注明来源并交叉验证。

上海孚恩电子科技有限公司 · www.fn-tech.com · 用芯服务，
万物互联

《循环即合规 · 欧盟容器可循环法规与循环租赁模式白皮书》
V1.0 (2026 年 9 月)

配套文件：解决方案 / 市场分析报告 / 案例集 / 各类包装容器
RFID 选型指南