

汽车行业共享化包装投入量测算模型研究

王士根, 李梦欣, 高大鹏
(上汽集团乘用车郑州分公司, 郑州 410056)

摘要: **目的** 目前对于汽车行业包装投入量的测算研究较少, 且影响汽车行业包装投入量的因素众多, 相关研究也不足, 文中通过研究汽车行业共享化包装投入量测算模型, 以弥补当前研究及行业一般测算方法的不足。**方法** 从Z公司共享化包装定义及优势入手, 对共享化包装投入量测算逻辑进行深入分析, 给出包装周转周期、各节点空箱准备量的计算公式及包装投入量测算模型。**结果** 将模型应用于Z公司某新工厂投入的包装箱型, 模型测算投入量与实际运营投入量差异率较小, 最大差异率为7.8%, 避免了包装投入过多造成的成本浪费。**结论** 在实际包装流转中, 各供应商每种箱型发货需求和空箱流转需求得到有效满足, 包装周转运作良好。该模型可有效运用于汽车行业共享化包装投入量的测算。

关键词: 共享化; 包装; 周转周期; 空箱; 投入量测算模型

中图分类号: TB485.3 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3563(2021)03-0151-08

DOI: 10.19554/j.cnki.1001-3563.2021.03.021

Calculation Model of Shared Packaging Input Quantity in Automobile Industry

WANG Shi-gen, LI Meng-xin, GAO Da-peng

(Zhengzhou Branch of SAIC Motor Passenger Vehicle Co., Ltd., Zhengzhou 410056, China)

ABSTRACT: At present, there are few researches on the calculation of packaging input quantity in the automobile industry. Due to many factors affecting packaging input quantity and lack of relevant research, the work aims to make up for the deficiencies of the current research and the industry's general measurement methods by studying the calculation model of shared packaging input quantity in the automobile industry. The work started with the definition and advantages of shared packaging of company Z, made an in-depth analysis on the calculation logic of shared packaging input quantity, and gave the calculation formulas of packaging turnover cycle, empty container preparation quantity of each node and the calculation model of shared packaging input quantity. The model was applied to packaging boxes invested in a new factory of Company Z. The difference rate between the calculated quantity of the model and the actual operation quantity was small. The maximum difference ratio was 7.8%. It avoided the cost wastes of too much packaging input. And in the actual packaging circulation, each type of packaging delivery needs and empty container circulation needs of each supplier are effectively met, and the packaging turnover process works well. The model can be effectively applied to the calculation of the input of shared packaging in the automobile industry.

KEY WORDS: shared; packaging; turnover cycle; empty container; calculation model of input quantity

包装作为物流活动中的基础载体, 是运输、仓储、供给等物流设计的基本条件, 也是最大限度提升物流改善效果的重要因素。目前关于汽车行业的

包装研究一方面多集中在包装现状及趋势的探讨, 如周转或共享包装的应用及管理研究^[1-5], 更先进、绿色环保包装的发展趋势研究^[6-8]; 另一方面则集

收稿日期: 2020-05-20

作者简介: 王士根(1988—), 男, 助理工程师, 主要研究方向为汽车零部件包装规划设计与运作管理。

中在包装现状的优化,如优化必要性探讨^[9],管理或管理系统优化^[10-11],材料性能或包装过程改进,包装解决方案优化^[12-14]等,而对于汽车行业包装投入量测算研究较少。Florian Klug^[15]基于欧洲汽车行业数据,使用蒙特卡洛模拟方法开发一种包装箱需求规划模型,表明了以往一般包装箱需求计划方法可能存在的弱点。陈晨伟等^[16]说明了周转包装的类型、物流过程及影响周转包装投入量的因素,并构建了投入量计算模型。目前汽车行业物流运作模式及流程发生改变,包装流转涉及节点增多,原有测算模型不再适用;此外,由于影响汽车行业包装投入量的因素众多、相关研究不足,行业一般采用经验值对部分参数进行简单估算,使得测算结果偏离实际。鉴于此,文中从汽车行业共享化包装的概念入手,结合Z公司当前物流运作流程,研究分析包装在物流中的周转过程、投入量影响因素以及测算逻辑,构建汽车行业共享化包装投入量测算模型。

1 共享化包装的定义及优势

共享化包装指由Z公司委托除零件供应商以外的第三方按照Z公司生产计划及物流运作模式,负责投入、管理满足Z公司各车间生产需求以及供应商生产出货需求的标准塑料箱、标准金属箱、标准围板箱和辅助包装材料等包装的统称。

通过第三方统一制备投入、统筹管理,提高包装共享化、精益化,保证零部件品质安全,降低物流运作成本,主要体现在以下几个方面。

1) 高效管理的前提是制定统一的标准。共享化包装采用统一标准,对同种包装器具制定统一标识,系列化尺寸模数及编码等,包装品类大幅减少,提升了与车间规划、车辆运输的契合度,降低了物流管理活动的复杂度,提高了管理效率。

2) 利用第三方物流企业先进的物流信息系统平台、专业的物流设施设备以及丰富的物流运作经验,可为Z公司提供个性化、一体化服务,使Z公司能够专注于汽车生产,保持核心竞争力。此外,委托除零件供应商以外的第三方进行包装制备、投入、运输等统筹管理,相关费用的剥离使得零部件成本的核

算更加清晰、精确,降低了主机厂零部件定价权中的被动性。

3) 专业化信息系统平台还可实现供应链各节点间即时化信息共享,统一化、系统化计划管控,提高服务响应速度;根据主机厂及供应商的生产计划、库存数据、预警信息提前进行包装的需求分析测算、合理调配以及安全预警,避免供应商各自为政、安全预警机制较差的问题。

4) 统一使用可循环材料,低碳环保、绿色经济;统一运力调度,减少运输装卸频次,降低运输调度均摊成本;统一清洁标准及维修保养管理渠道,确保包装满足零件交付的常态要求,避免供应商自行清洁及维修,管控水平参差不齐导致零件交付存在潜在质量风险;通过规模化维修、规模化配件采购,有效控制维护成本。

综上,包装箱进行共享化管理具有诸多优势,而采用该运作模式的关键和前提是对包装的投入量进行核算。

2 共享化包装流转模型构建及基础数据获取

2.1 共享化包装流转模型构建

Z公司供应商零件送货方式分为2种:自送和MR,见图1。运输形式分为3种:供应商→远端集配→工厂;供应商→近端集配→工厂;供应商→工厂。以第1种运输形式为例进行说明,供应商端的发货频次取决于订单量(货量体积),一般为了降低成本、提高车辆装载率而将数小时或数天内的订单零件拼载发货,到达近端集配时,为了降低工厂内零件库存面积以及提高供货及时率,选择高频次、小批量配送入厂。

到达工厂后,在工厂道口卸货点检后铲运至车间仓库,物流人员定时将零件从仓库送往线边,同时将生产线消耗产生的空箱拉回CMC(Container Management Centre:空箱管理区)整理存放,整理好的空箱会在货车送货时进行1:1返空(接收多少箱货物,返回多少同种类型的空箱)。空箱依次到达近端

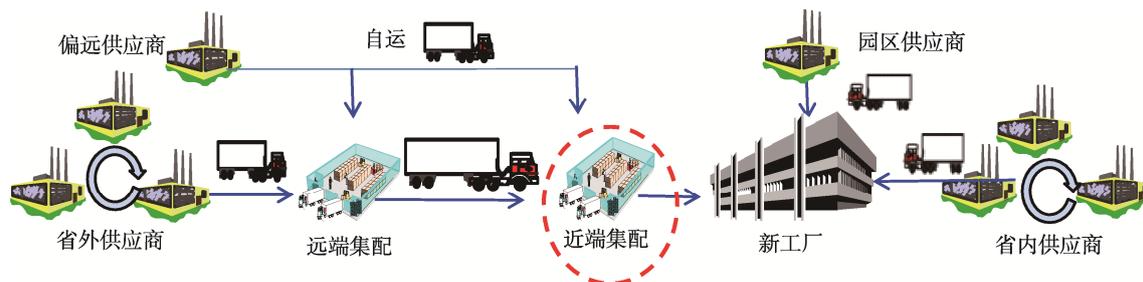


图1 外物流运作流程

Fig.1 Operation process of external logistics

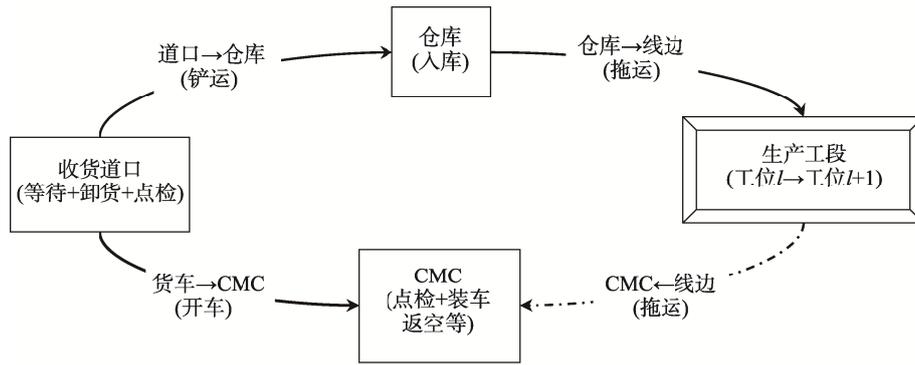


图 2 共享化包装厂内流转
Fig.2 Shared packaging turnover chart in factory

集配、远端集配，然后再返回供应商用于装箱使用。包装如同流水一般，分布在供应商端、运输途中、集货中心以及整车厂，在整个供应链中循环周转、不断动态变化。

2.2 基础数据获取原则

原始数据获取及设定原则的制定,需结合 Z 公司基地工厂实际 (如外物流运输车辆标准装载货量、远端集配到近端集配的距离、基地工厂生产节拍) 进行,各工厂可根据自身情况进行修订。

1) 安全库存。安全库存分为工厂端安全库存 (抵抗到货不及时) 和供应商端安全库存 (抵抗返空不及时), 前者设定为单班时长内的需求量, 后者设定为提前响应时间 (供应商收到订单信息到生产出货准备完成所用的时间) 内需求量。

2) 标准塑料箱打托原则。同一预先发货清单 (Advanced Shipping Note, ASN) 内零件均可组成一托, 须填空箱将上层铺平。同一供应商、同一道口、同一订单 (时间窗) 的零件允许混托 (理论上一个供应商一个道口只有一个时间窗), 混托优先级: 同一订单同一零件优先整托摆放, 若同一订单同一零件箱数不满托, 则允许同一订单不同零件混托摆放; 若按整摞摆放后, 托盘平面未铺满, 则按层铺平, 铺平时如仍有空缺, 采用空箱去填充, 以保证打托堆垛稳定性。

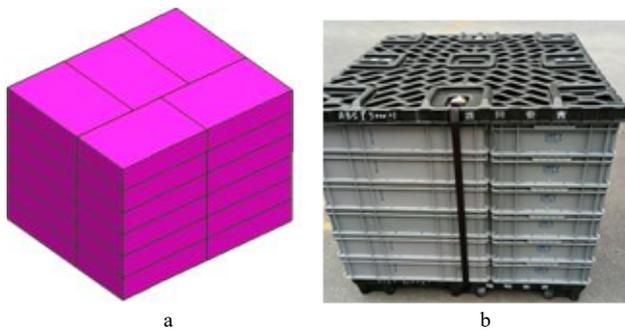


图 3 标准塑料 H 箱满托堆码结构及实物
Fig.3 Standard plastic H box full stacking structure and illustration

3) 标准围板箱/金属箱打托原则。单独打托, 且不和其他箱型进行混托, 即一个箱子成一托。

4) 圆整系数。空箱填充后的整托数目与填充前的数目的比值称之为圆整系数。

3 模型构建

3.1 投入量测算逻辑

共享化包装投入量主要取决于整车厂零件消耗量、每箱零件包装数及周转周期等因素。每种共享化包装的包装数已知, 零件消耗量取决于单车零件使用量、生产节拍、车型占比; 周转周期则与运输时间、各节点运作时间等因素有关, 是物流各环节所经历时间的总和。参数定义见表 1。

各节点发货频次不同导致包装箱等待时间不同, 不同的模式下的发货频次如下所述。

1) 供应商→远端集配→近端集配→工厂模式。已知远端集配的发货频次为 T_{igd0} , 假设近端集配的发货频次为 2 h 一次, 供应商端和远端集配的发货频次成整倍数关系, 即:

$$\frac{T_{igd1}}{T_{igd0}} = n_1 \text{ 或 } \frac{T_{igd0}}{T_{igd1}} = n_2$$

若 $\frac{T_{igd1}}{T_{igd0}} = n$, 则货物到达远端集配后, 需要分 n_1

次发往近端集配, 每批次货物等待时间分别为 $T_{igd0} \times 0, T_{igd0} \times 1, \dots, T_{igd0} \times (n_1 - 1)$, 即最长时间需要 $T_{igd0} \times (n_1 - 1)$, 货物 (或最后一批次货物) 才能全部从远端集配发出, 则:

$$t_{igd2} = T_{igd0} \times (n_1 - 1)$$

近端集配发往工厂等待时间为:

$$t_{igd4} = 2 \times \frac{T_{igd0}}{2} - 1 = T_{igd0} - 2$$

同理, 若 $\frac{T_{igd0}}{T_{igd1}} = n_2$, 则货物到远端集配后需等待

攒足 T_{igd0} 的量再发货, 每批次货物等待时间分别为

$T_{igd1} \times n_2 - 1, T_{igd1} \times n_2 - 2, \dots, T_{igd1} \times 0$, 则:

$$t_{igd2} = T_{igd1} \times n_2 - 1$$

$$t_{igd4} = T_{igd0} - 2$$

2) 供应商→近端集配→工厂模式。供应商端和

近端集配的发货频次成整倍数关系, 即: $\frac{T_{igd1}}{2} = n$,

表 1 参数定义
Tab.1 Parameter definition

参数	定义/说明
I	零件号集合 [$i \in I$]
R	共享化包装种类集合 [$r \in R$]
G	供应商集合 [$g \in G$]
D	道口集合 [$d \in D$]
J	工厂的 JPH (每小时生产车辆数)
T_{igd0}	远端集配的发货频次 (一般设为 2 倍的工厂单班时长)
T_{igd1}	零件 i 的发货频次 (每隔多长时间取 (发) 一次货)
T_{igd2}	零件 i 的包装周转周期
t_{ig0}	零件 i 供应商端提前响应备货时间
T_0	工厂单班时长
t_{igd1}	零件 i 从供应商发往远端集配/近端集配/工厂的时间
t_{igd2}	零件 i 对应批量的货物全部从远端集配发出所需的等待时间
t_{igd3}	零件 i 从远端集配到近端集配的运输时间
t_{igd4}	零件 i 对应批量的货物全部从近端集配发出所需的等待时间
t_{igd5}	零件 i 物流工艺时间
t_{igd0}	零件 i 供应商端运作时间
t'_{igd1}	零件 i 远端集配运作时间
K	生产车型种类集合 [$k \in K$]
P_k	第 k 种车型的生产量占比
Z_{ik}	K 车型使用零件 i 时为 1, 否则为 0
S_{irg}	供应商 g 零件 i 使用的 r 种共享化包装的包装数
Q_{igk}	k 车型使用供应商 g 零件 i 的数量 (工位用量)
Q_{ig}	供应商 g 零件 i 的订单批量
N_{irg}	供应商 g 零件 i 的 r 种共享化包装的安全库存
C_r	第 r 种共享化包装打托时单层塑料箱数
q_{irgd}	供应商 g 发往道口 d 的零件 i 在一个循环周期用于返空的 r 种空箱总量
q_{irgd1}	一个循环周期内远端集配准备的用于返空的 r 种空箱总量
q_{irgd2}	一个循环周期内近端集配准备的用于返空的 r 种空箱总量
q_{irgd3}	一个循环周期内工厂端用于返空的 r 种空箱总量
Q_{irgd}	供应商 g 在供应商端发货的一批零件 (零件 i , 发往道口 d) 占用的 r 种共享化包装的数量
n_{ig}	工厂对供应商 g 零件 i 的每小时加权用量
Y_{irgd}	圆整系数 (按照同供应商同道口同种箱型的零件进行混托圆整)
N_{irgd}	供应商 g 发往道口 d 的零件 i 在一个循环周期用于周转的 r 种共享化包装的总数量
Q_r	r 种共享化包装的投入总量
Q	共享化包装的投入总量

则货物到达近端集配后，需要分 n 次发往工厂，每批次货物等待时间分别为 $0, 2 \times 1, \dots, 2 \times (n-1)$ ，即最长需要 $2 \times (n-1)$ ，货物才能全部从近端集配发出，则最长等待时间为：

$$t_{igd4} = 2 \times (n-1) = T_{igd1} - 2$$

3) 周转周期 (T_{igd2}) 的计算。共享化包装周转周期是指一批次货物从供应商端装车运往工厂，消耗零件产生空箱再返回供应商端所经历的时间。对包装流转流程环节进行分析，见表 2。

包装周转周期为：

$$T_{igd2} = (t'_{igd0} + t_{igd1} + t'_{igd1} + t_{igd3} + t_{igd5}) \times 2 + t_{igd2} + t_{igd4} + T_{igd1} \quad (1)$$

行业一般测算方法在计算包装周转周期时，简单将各物流活动时间加总，忽略了各节点发货频次不同导致的时间等待，使得部分周转周期数值测算偏低。实际循环流转需要满足如下 2 点条件要求。

1) 满足发货需求。在 T_{igd2} 时间内，从供应商端间隔发出的一批批满箱货物经过各个节点，在整个物流链条中循环流转，分布在供应商端、运输途中、集货中心以及整车厂，经过各节点功能作用，从数量、空箱、满箱形式上发生动态变化。

供应商端用于发货的一批零件占用箱量与发货时间间隔、工厂端生产消耗速度有关：

$$Q_{irgd} = \text{ceiling}(\text{ceiling}(T_{igd1} \times n_{ig}, N_{ig}) / S_{irg}, 1) \quad (2)$$

则一个循环周期内，每隔 T_{igd1} 供应商端发出一批满箱，为满足此段时间的发货需求，需投入的总箱量为：

$$Q_{irgd} \times \text{rounddown}\left(\frac{T_{igd2}}{T_{igd1}}, 0\right) \quad (3)$$

2) 满足返空。前一节点每隔一定时间发出一批满箱，后一节点则每隔同样时间收到一批满箱同时 1:1 返空，则前后节点间满箱发货时间间隔和空箱返空时间间隔相同。

① 供应商 → 工厂模式。在循环流转中，提前在工

厂 1:1 准备 1 倍量的空箱，首批到达该节点的满箱，对应使用此批空箱返空，后续到达的满箱返空时则使用前一批满箱消耗产生的空箱返空即可，工厂端准备空箱量为：

$$q_{irgd3} = \text{ceiling}(\text{ceiling}(T_{igd1} \times n_{ig}, N_{ig}) / S_{irg}, 1) \quad (4)$$

则 $q_{irgd} = q_{irgd3}$ 。

② 供应商 → 近端集配 → 工厂模式。工厂端准备空箱量为：

$$q_{irgd3} = \text{ceiling}(\text{ceiling}(2 \times n_{ig}, N_{ig}) / S_{irg}, 1) \quad (5)$$

假设在任意 t 时刻到达近端集配 1 批满箱，占用箱量为 $\text{ceiling}(\text{ceiling}(T_{igd1} \times n_{ig}, N_{ig}) / S_{irg}, 1)$ ，这批箱子从近端集配发出到达工厂，对应批次返空到近端集配时的时刻是 $t + t_{igd4} + 2t_{igd5}$ ，而此时间内又有

$$\text{rounddown}\left(\frac{t_{igd4} + 2t_{igd5}}{T_{igd1}}, 0\right) \text{ 批次满箱到达近端集配，}$$

为满足此段时间内的返空，则在近端集配提前准备的空箱量为：

$$\text{ceiling}(\text{ceiling}(T_{igd1} \times n_{ig}, N_{ig}) / S_{irg}, 1) \times \left(1 + \text{rounddown}\left(\frac{t_{igd4} + 2t_{igd5}}{T_{igd1}}, 0\right)\right) \quad (6)$$

即：

$$q_{irgd2} = \text{ceiling}(\text{ceiling}(T_{igd1} \times n_{ig}, N_{ig}) / S_{irg}, 1) \times \text{roundup}\left(\frac{t_{igd4} + 2t_{igd5}}{T_{igd1}}, 0\right) \quad (7)$$

这样，后续到达近端集配的空箱均比后续到达的对应批次满箱提前 $t_{igd4} + 2t_{igd5} -$

$$\text{rounddown}\left(\frac{t_{igd4} + 2t_{igd5}}{T_{igd1}}, 0\right) \times T_{igd1}，从而返空需求得到$$

满足。

$$q_{irgd} = q_{irgd3} + q_{irgd2} \quad (8)$$

表 2 包装流转流程
Tab.2 Packaging turnover process

节点	时间 (h)	说明	发货	返空
供应商	t_{igd0}	运作时间	装车、点检等	卸空箱、点检等
	t_{igd1}	运输时间	供应商 → 远端 CC/近端 CC/工厂	远端 CC/近端 CC/工厂 → 供应商
	t'_{igd1}	运作时间	卸货、拼车点检等	卸空箱、换车点检等
远端 CC	t_{igd2}	最后一批次货物发货等待时间	等待发货或攒货	
	t_{igd3}	运输时间	远端 CC → 近端 CC	近端 CC → 远端 CC
近端 CC	t_{igd4}	最后一批次货物发货等待时间	等待发货	
	t_{igd5}	物流工艺时间 (含运输时间)	入厂、卸货、点检入库、上线等	入 CMC、点检装车、出厂等
工厂	T_{igd1}	零件消耗时间		零件消耗

供应商→远端集配→近端集配→工厂模式。同理，工厂端准备空箱量为：

$$q_{irgd3} = \text{ceiling} \left(\text{ceiling} \left(2 \times n_{ig}, N_{ig} \right) / S_{irg}, 1 \right) \quad (9)$$

近端集配需要准备的空箱量为：

$$q_{irgd2} = \text{ceiling} \left(\text{ceiling} \left(T_{igd0} \times n_{ig}, N_{ig} \right) / S_{irg}, 1 \right) \times \text{roundup} \left(\frac{t_{igd4} + 2t_{igd5}}{T_{igd0}}, 0 \right) \quad (10)$$

远端集配需要准备的空箱量为：

$$q_{irgd1} = \text{ceiling} \left(\text{ceiling} \left(T_{igd1} \times n_{ig}, N_{ig} \right) / S_{irg}, 1 \right) \times \text{roundup} \left(\frac{t_{igd2} + 2(t'_{igd1} + t_{igd3})}{T_{igd1}}, 0 \right) \quad (11)$$

$$q_{irgd} = q_{irgd3} + q_{irgd2} + q_{irgd1} \quad (12)$$

从上述可知，在各节点准备空箱投入量时，需要综合考虑相关节点间的循环流转活动，而行业一般测算方法在计算时将各节点独立开来。简单根据 1：1 返空原则在所有节点准备同等批量（同发货量）的 1 批次空箱，该方法将导致循环周期时间较长的供应商部分节点空箱投入量不足，而直送工厂、发货频次高（发货时间间隔短）的供应商则出现空箱投入量过多的情况。

3.2 模型构建

模型测算公式为：

$$n_{ig} = \sum_{k \in K} (Q_{igk} \times Z_{ik} \times J \times P_k) \quad (13)$$

$$N_{irgd} = Q_{irgd} \times \text{rounddown} \left(\frac{T_{igd2}}{T_{igd1}}, 0 \right) + q_{irgd} \quad (14)$$

$$N_{irg} = \text{ceiling} \left(t_{ig0} \times n_{ig} / S_{irg}, 1 \right) + \text{ceiling} \left(T_0 \times n_{ig} / S_{irg}, 1 \right) \quad (15)$$

$$Y_{irgd} = \text{ceiling} \left(\sum_{i \in I} Q_{irgd}, C_r \right) / \sum_{i \in I} Q_{irgd} \quad (16)$$

$$Q_r = \sum_{g \in G} \sum_{d \in D} \sum_{i \in I} \{(8+9) \times 10\} \quad (17)$$

$$Q = \sum_{r \in R} \sum_{g \in G} \sum_{d \in D} \sum_{i \in I} \{(8+9) \times 10\} \quad (18)$$

4 模型验证求解

模型背景：Z 公司某新工厂 2019 年度投产，生产 A 和 B 等 2 款车型，JPH 为 30。结合零件包装信息、零件计划订单信息、零件供应链运作信息以及工厂实际运作情况等，汇总相关数据代入文中共享化包装测算模型，计算出各供应商各箱型的需求量见表 3—5。鉴于篇幅有限，仅以某供应商为例展示说明。

根据模型，在 Excel 中编辑对应逻辑公式，代入以上相关数据，并进行测算，结果见表 6。

由表 6 可知，该供应商标准塑料 A 箱需求投入量为 1195 个，标准塑料 H 箱需求投入量为 355 个。将所有供应商箱型统计加总即可得每种包装的总投入量。

表 3 基础信息
Tab.3 Basic data

车间	零件名称	入厂接收道口	每小时加权用量	供应商端拉动频次	供应商端拉动批量
GA	D 柱字牌总成	5-61	24	30	875
GA	后尾板字牌	5-41	26	30	840
GA	后牌照板标牌总成	5-41	28	30	864
GA	后尾板字牌	5-41	26	30	840
GA	后尾板字牌	5-41	1	30	150
GA	后尾板字牌	5-41	1	60	210

表 4 包装信息
Tab.4 Packing data

零件名称	包装名称	包装数量	是否共享化包装	每层箱数	每托箱数	安全库存值
D 柱字牌总成	标准塑料 A 箱	175	是	20	120	350
后尾板字牌	标准塑料 A 箱	280	是	20	120	560
后牌照板标牌总成	标准塑料 H 箱	48	是	5	30	336
后尾板字牌	标准塑料 A 箱	140	是	20	120	420
后尾板字牌	标准塑料 A 箱	150	是	20	120	150
后尾板字牌	标准塑料 A 箱	210	是	20	120	210

表 5 物流信息
Tab.5 Logistics data

零件名称	供货模式	是否远端集配	是否近端集配	供应商装车等运作时间/h	供应商到远端 CC 时间/h	远端 CC 运作时间/h	远端 CC 到近端时间/h	物流工艺时间/h
D 柱字牌总成	MR	是	是	2	20	10	10	3
后尾板字牌	MR	是	是	2	20	10	10	3
后牌照板标牌总成	MR	是	是	2	20	10	10	3
后尾板字牌	MR	是	是	2	20	10	10	3
后尾板字牌	MR	是	是	2	20	10	10	3
后尾板字牌	MR	是	是	2	20	10	10	3

表 6 测算结果
Tab.6 Calculation results

零件名称	包装类型	运输在途时间/h	等待时间/h	周转周期/h	周期内总发货占用箱数量	空箱总量	总箱量
D 柱字牌总成	标准塑料 A 箱	80	28	138	267	400	667
后尾板字牌	标准塑料 A 箱	80	28	138	70	100	170
后牌照板标牌总成	标准塑料 H 箱	80	28	138	155	200	355
后尾板字牌	标准塑料 A 箱	80	28	138	74	100	174
后尾板字牌	标准塑料 A 箱	80	28	138	27	70	97
后尾板字牌	标准塑料 A 箱	80	58	198	22	65	87

通过该方法在 Z 公司 A 和 B 车型项目中进行共享化包装投入，并验证了模型的有效性。

1) 2019 年 9—10 月份，两车型一千六百多个零件号共投入 20 种箱型，模型测算投入量与实际运营投入量差异率较小(差异率最大的 3 号标准围板箱模型测算数量为 2475，实际需求为 2297，差异率为 7.8%)，减少了包装投入过多造成成本浪费。

2) 在实际包装流转中，各供应商每种箱型发货需求和空箱流转需求得到有效满足，包装周转运作良好，避免了包装投入不足或各节点数量设定分配不合理导致的周转不灵。

5 结语

文中介绍说明了 Z 公司共享化包装的定义及优点，汽车行业共享化包装物流运作流程及投入量影响因素；对共享化包装投入量测算逻辑进行深入分析，给出了共享化包装周转周期、各节点空箱准备量的计算公式和包装投入量测算模型，弥补了当前研究及行业一般测算方法的不足。

将模型应用于 Z 公司某新工厂，计算出各箱型的需求量，验证了模型的有效性。该计算模型也可推广应用于其他工厂及项目车型包装投入量的测算。

参考文献：

- [1] 龚巍. 周转箱管理(CMC)项目在上海通用汽车的实施[J]. 辽宁工业大学学报(自然科学版), 2009(3): 47—49.
GONG Wei. Implementation of Container Management Control(CMC) in Shanghai General Motors Corporation[J]. Journal of Liaoning University of Technology(Natural Science Edition), 2009(3): 47—49.
- [2] ZHANG Qin-hong, SEGERSTEDT A, TSAO Yu-chung, et al. Returnable Packaging Management in Automotive Parts Logistics: Dedicated Mode and Shared Mode[J]. Elsevier, 2015, 168: 234—244.
- [3] KATEPHAP N, LIMNARARAT S. Waste Reduction of Returnable Packaging: A Case Study of Reverse Logistics in An Auto Parts Company[C]// 2015 IEEE International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management (IEEM), 2015: 1598—1602.
- [4] 王玉. 汽车行业包装器具租赁共享发展探讨[J]. 物流技术与应用, 2019, 24(12): 131—134.
WANG Yu. Discussion on the Development of Leasing and Sharing of Packaging Appliances in Automobile Industry[J]. Logistics Technology and Application, 2019, 24(12): 131—134.
- [5] 樊勇. 共享包装在汽车行业的应用[J]. 物流技术, 2020, 39(2): 112—114.

- FAN Yong. Research on the Application of Shared Packaging in Automobile Industry[J]. Logistics Technology, 2020, 39(2): 112—114.
- [6] TOSHIKI I, NOBUTAKE T, MASAKAZU T. Packaging Material Development for Automotive Systems[J]. The Society of Photopolymer Science and Technology (SPST), 2017, 30(2): 211—215.
- [7] WHITE G, WANG Xiao-jun, LI Dong. Inter-organisational Green Packaging Design: A Case Study of Influencing Factors and Constraints in the Automotive Supply Chain[J]. International Journal of Production Research, 2015, 53(21): 6551—6566.
- [8] CASPER R, SUNDIN E. Reverse Logistic Transportation and Packaging Concepts in Automotive Remanufacturing[J]. Procedia Manufacturing, 2018, 25: 154—160.
- [9] 罗媛媛. 论汽车零部件物流包装优化的必要性[J]. 物流工程与管理, 2018, 40(5): 55—56.
- LUO Yuan-yuan. On the Necessity of Auto Parts Packaging Optimization[J]. Logistics Engineering and Management, 2018, 40(5): 55—56.
- [10] 王斌, 金佳茹, 杨忠振. 汽车发动机零部件包装箱池化管理及配送网络优化[J]. 系统管理学报, 2019, 28(6): 1153—1160.
- WANG Bin, JIN Jia-ru, YANG Zhong-zhen. Optimization of Delivery Route and Package Pooling Center of Parts of Motor-engine[J]. Journal of Systems & Management, 2019, 28(6): 1153—1160.
- [11] 王锐. 包装器具管理系统在汽车入厂物流中的设计与应用[J]. 物流技术与应用, 2018, 23(5): 140—143.
- WANG Rui. Design and Application of Packaging Management System in Automobile Inbound Logistics[J]. Logistics Technology And Application, 2018, 23(5): 140—143.
- [12] 高红波, 孙峰. 汽车零部件包装用PP/SBN复合材料的性能研究[J]. 包装工程, 2018, 39(21): 80—85.
- GAO Hong-bo, SUN Feng. Properties of PP/SBN Composites for Automobile Parts Packaging[J]. Packaging Engineering, 2018, 39(21): 80—85.
- [13] AZROY M R, HAMBALI A, RAHMAN M.A, et al. Integration of Failure Mode Effect and Criticality Analysis (FMECA) and Analytical Hierarchy Process (AHP) to Improve the Packaging Process for Automotive Stamping Part[J]. Applied Mechanics and Materials, 2015, 3875: 73—78.
- [14] CHEN C W, YANG F X, XIE J, et al. Packaging Solution Optimization of Automotive Parts and Its Ocean Shipping Test[C]// 2015 International Conference on Artificial Intelligence and Industrial Engineering (AIIE 2015), 2015: 558—560.
- [15] KLUG F. Automotive Supply Chain Logistics: Container Demand Planning Using Monte Carlo Simulation[J]. International Journal of Automotive Technology and Management, 2011, 11(3): 254—268.
- [16] 陈晨伟, 杨福馨, 李丽, 等. 周转包装投入量计算模型建立[J]. 包装工程, 2013, 34(21): 53—56.
- CHEN Chen-wei, YANG Fu-xin, LI Li, et al. Modeling of Returnable Packaging Investment Volume Calculation[J]. Packaging Engineering, 2013, 34(21): 53—56.