

DOI: 10.16210/j.cnki.1007-7561.2019.05.016

食用油包装成品仓库设计输入与库容理论计算模型研究

蒋守业¹, 曾轶¹, 周勇², 朱福兴³, 赵耀武⁴, 华震⁵

(1. 国粮武汉科学研究设计院有限公司, 湖北 武汉 430079; 2. 中储粮油脂工业东莞有限公司, 广东 东莞 523147; 3. 中粮油脂(钦州)有限公司, 广西 钦州 535008; 4. 南京华瑞德物流装备有限公司, 江苏 南京 211122; 5. 杭州中亚机械股份有限公司, 浙江 杭州 310011)

摘要: 随着我国食用油消费方式由散装向包装油的转变和物流业的发展, 食用油中小包装厂建设飞速发展, 由于包装厂的地域、加工规模、产品种类、货物周转率及物流状况等各不相同, 设计出的仓储方案也各有差异。通过分析影响库容的所有相关因素, 结合建筑厂房设计固有特点, 探讨设计参数输入条件, 揭示能够指导设计应用的一般性规律, 构建特定条件下的最小库容理论计算模型, 基于模型叠加实际生产运营中不断变化的常见变量, 通过引入周转率来修正真实状态对理论模型的偏差, 进而推导出一个简便的公式, 以为设计提供参考。

关键词: 食用油成品库; 库容; 设计参数输入; 模型

中图分类号: TS206.1; TS228 文献标识码: A 文章编号: 1007-7561(2019)05-0083-08

网络出版时间: 2019-08-15 10:46:22

网络出版地址: <http://kns.cnki.net/kcms/detail/11.3863.ts.20190815.1046.001.html>

Edible oil packaging finished product warehouse design input conditions and theoretical calculation model of storage capacity

JIANG Shou-ye¹, ZENG Yi¹, ZHOU Yong², ZHU Fu-xing³, ZHAO Yao-wu⁴, HUA Zhen⁵

(1. China Grain Wuhan Science Research and Design Institute Co., Ltd., Wuhan Hubei 430079; 2. Sino Grain Oils Dongguan Co., Ltd., Dongguan Guangdong 523147; 3. COFCO Oils (QinZhou) Co. Ltd., QinZhou Guangxi 535008; 4. Nanjing Huaruide Logistics Equipment Co. Ltd., Nanjing Jiangsu 211122; 5. Hangzhou Zhongya Machinery Co. Ltd., Hangzhou Zhejiang 310011)

Abstract: With the change of edible oil consumption pattern from bulk to packing oil and the development of logistics industry, the construction of small and medium-sized edible oil packing plant is developing rapidly, due to the packaging plant's geographical location, processing scale, product types, goods turnover rate and logistics conditions are different, the design of the warehousing scheme is also different. By analyzing all relevant factors affecting the storage capacity and combining with the inherent characteristics of building workshop design, discusses the design parameter input conditions, reveals the general rules that can guide the design application, and constructs the theoretical calculation model of minimum storage capacity under specific conditions. Based on the superposition of the model with the common variables that are constantly changing in the actual production operation, the deviation of the real state from the theoretical model is corrected by introducing the turnover rate, and then a simple formula is derived to provide a reference for the design.

Key words: edible oil finished product warehouse; storage capacity; design parameter input; model

油脂加工厂的包装车间^[1]通常包括调和油灌

区、灌装装箱码垛区、辅助包装材料库、内膜制作间、纸箱库、提环、瓶盖库、吹瓶注塑车间、废包装材料存放区、小规格油品暂存区、空压机

收稿日期: 2019-04-13

作者简介: 蒋守业, 1982年出生, 男, 工程师。

房、冷冻机房、控制室、配电房、办公室、更衣室、消毒间、卫生间、人行风淋室、物流风淋室、设备配件间、叉车停放充电区、休息区、成品库等功能区域，通过物流运输走廊、电梯、参观通道等有机组合在一起。

成品仓库是包装油装车发货前的最后一个环节，也是生产与物流的衔接环节，其库容设计受到多个因素的制约，包括包装设备生产效率、灌装生产调度排产计划、最经济条件下的最小生产切换批次量、产品库存量单位(stock keeping unit, SKU) 数量、市场预测分析、销售商务模型、企业供应运作模式、客户提货情况、辐射半径内社会物流水平、市场季节波动特点、仓库管理系统、仓库调度系统、客户分拣配货客观需求、每日浮动流量、工厂自动化建设水平、建设投资等至少 20 多个方面因素。

总结工厂生产运营的实践，梳理分析多方面因素，建立理论库容计算模型，进行合理科学的库容设计，对工程建设规划、设计具有重要的指导作用。

1 库容设计过程解析

1.1 基本生产参数假定

为简化分析各个自变量和因变量的数学函数关系，通过广泛分析国内目前主要工厂灌装线的产能、设备配置，做出如下假定：

包装车间内布置 n 条生产线：小包装油生

产线假定 1 条，额定产量 5 L PET 瓶 4 000 瓶/h 回转称重灌装生产线 C_1^* ，灌装平均误差每瓶 ± 2 g 以内，一般能够适应 5、4.5、4 L 三种瓶型生产。

预留小包装油生产线：一般考虑到长期发展、礼品包装和经销商配货的因素，需预留 1~2 条，额定产量为 2.5 L PET 瓶产品 2 000 瓶/h 称重灌装生产线，通过变更配件能够适应 2.5、1.8、0.9、0.5 L 等至少四种瓶型的生产。所以通常配置 1.8 L 以上兼容多规格的小包装线一条，产能为 2 000 瓶/h；另外配置 1.8 L 以下兼容多规格的小包装线一条，产能为 3 000~4 000 瓶/h。

中包装油生产线：假定 2 条，其一为额定产量 10 L PET 瓶 1 500 瓶/h 灌装生产线 C_2^* ，灌装平均精度 1‰ 以内，能够适宜 PET 瓶（22、20、18、16、12、10、8、6 L）和铁桶（20、18、16 L）等多种规格成品的生产。其二额定产量为 20 L 1 000 瓶/h 灌装生产线 C_3^* ，灌装平均精度 1‰ 以内，能够适宜 10、15、18、20、22、25 L 等六种规格成品的生产。

1.8 L 小包装和软袋产品由外部供应，调拨入库后再分拣发货。

以上自有中小包装灌装线生产、预留灌装线产能和外部供应（调拨）的三种不同的入库方式为库容理论计算模型的推导提供了典型假定案例，列于下表 1。

表 1 食用油灌装线特性数据

序号	灌装线编号	包装油规格	主机设备标准理论产能 (capacity) / (瓶/h)	整线生产效率 η^*	平均每日有效工作时间 T^*	备注
1	C_1^*	5 L PET	4 000	$\cong 85\%$	16 h	自产
2	C_2^*	10 L PET	1 500	$\cong 95\%$	20 h	自产
3	C_3^*	20 L PET	1 000	$\cong 95\%$	20 h	自产
4	C_4^*	1.8 L PET	N/A		取决于运货车辆情况	外采
5	C_5^*	20 L 软袋	N/A		取决于运货车辆情况	外采
6	C_6^*	2.5 L、1.8 L PET	N/A			预留
7	C_7^*	0.9 L、0.5 L、0.3 L PET	N/A			预留

注：通常整线生产效率直线机按 95%，旋转机按 85%。

1.2 产能计算

1.2.1 按照成品油质量计算

参考行业内平均生产运营状况，产能 C_i (t/d)

可按下列式计算：

$$C_{t_i} = \frac{C_{t_1}^* \times V_1^* \times \rho_{油} \times \eta_1^* \times T_1^*}{1000} \quad (1)$$

$$C_t = \sum_{i=1}^n C_{t_i} = C_{t_1} + C_{t_2} + C_{t_3} + \dots + C_{t_n} \quad (2)$$

式中： C_{t_1} ——灌装线 C_1^* 每日计算入库产能，t/d； C_1^* ——灌装线 C_1^* 主机设备标准理论产能，瓶/h； V_1^* ——灌装线 C_1^* 单瓶容量，L/瓶； $\rho_{油}$ ——成品油密度，取值 0.92 kg/L； η_1^* ——灌装整线入库的设备综合效率，涵盖故障停机、点检维护等设备自身的因素； T_1^* ——灌装线 C_1^* 依据实践生产统计数据平均每日有效工作时间，h。实践中考虑油品切换、开机准备、员工吃饭等非有效工作时间。 C_t ——整个包装车间，每日计算入库产能，t/d；代入数据可得表 2。

表 2 食用油纸箱包装每日计算入库产能数据

序号	灌装线编号	包装油规格	每日计算入库成品油 $C_t / (t/d)$	备注
1	C_1^*	5 L PET	250.24	
2	C_2^*	10 L PET	262.2	自产
3	C_3^*	20 L PET	349.6	
4	C_4^*	1.8 L PET	N/A	外供；根据销量预测，由车辆运输情况决定入库状态
5	C_5^*	20 L 软袋	N/A	

1.2.2 按照包装油件箱计算

综合生产实践，统计大多数工厂使用的包装纸箱尺寸和装箱瓶数、方式，列于表 3。

表 3 食用油纸箱包装数据

序号	包装油规格	包装箱尺寸/mm			每箱瓶数 B_c	每箱油重/kg	备注
		长	宽	高			
1	5 L PET	329	303	365	4 瓶/箱	18.4	自产
2	10 L PET	385	205	440	2 瓶/箱	18.4	自产
3	20 L PET	230	240	550	裸瓶	N/A	自产
4	1.8 L PET	350	240	300	6 瓶/箱	9.936	外供
5	20 L 软袋	450	305	175	1 袋/箱	18.4	外供

产能 $C_c / (箱/d)$ 可按下式计算：

$$C_{c_1} = \frac{C_{t_1}^* \times \eta_1^* \times T_1^*}{B_{c_1}^*} \quad (3)$$

$$C_c = \sum_{i=1}^n C_{c_i} = C_{c_1} + C_{c_2} + C_{c_3} + \dots + C_{c_n} \quad (4)$$

式中： C_{c_1} ——灌装线 C_1^* 每日计算入库产能，

箱/d； $B_{c_1}^*$ ——灌装线 C_1^* 每纸箱装入瓶数，瓶/箱； C_c ——整个包装车间，每日计算入库产能，箱/d；代入数据可得表 4。

表 4 食用油纸箱包装每日计算入库产能数据

序号	包装油规格	每日计算入库箱数 C_c	备注
1	5 L PET	13 600	
2	10 L PET	14 250	自产
3	20 L PET	裸瓶数：19 000	
4	1.8 L PET	N/A	外供
5	20 L 软袋	N/A	

1.2.3 按照包装油托盘数计算

大多数工厂使用的纸箱、托盘 (1 100 mm × 1 300 mm) 尺寸和摆盘方式，统计归纳列于下表 5。

表 5 食用油成品包装码垛托盘特性数据

序号	包装油规格	托盘每层摆放件箱数	箱数/托： $P_{c_1}^*$	托盘总高/mm	每托油重/(t/p)
1	5 L	12	48	1 610	0.88
2	10 L	13	39	1 470	0.72
3	20 L	20	40	1 250	0.74
4	1.8 L	14	56	1 350	0.56
5	20 L 软袋	8	48	1 200	0.88

产能 $C_p / (托盘/d)$ 可按下式计算：

$$C_{p_1} = \frac{C_{c_1}}{P_{c_1}^*} \quad (5)$$

$$C_p = \sum_{i=1}^n C_{p_i} = C_{p_1} + C_{p_2} + C_{p_3} + \dots + C_{p_n} \quad (6)$$

式中： C_{p_1} ——灌装线 C_1^* 每日计算入库托盘产能，托盘/d； $P_{c_1}^*$ ——灌装线 C_1^* 每托盘装满纸箱数，箱/p； C_p ——整个包装车间，每日计算入库托盘产能，托盘/d；代入数据可得表 6。

表 6 食用油成品包装码垛托盘每日计算入库量数据

序号	包装油规格	箱数 C_p	备注
1	5 L	284	
2	10 L	366	
3	20 L	475	
小计		1 125	
4	1.8 L	N/A	
5	20 L 软袋	N/A	

1.3 运营模式与最小库存量的关联分析

为建立理想模型，归纳分析多个企业的市场运营实践，总结得到以下三种主要的运营模式。

1.3.1 库存型模式

此模型需要仓库货位数较多，主要适用于担负国计民生重任的国企体制。核心环节集中于商务部，严重依赖人工对信息流的分析。销售部门根据客户需求下达生产计划，生产部门根据库存和发货情况排产。通常情况下，商务部门依据历史数据分析和近期市场研判提前 10 天下达月计划，根据订单信息提前 3 天下达周计划，而灌装车间排产的日计划则在前一天下班前下达。

通过以往的销售波动曲线、SKU 数理统计、市场预测，提前生产出大批量的货物存放在仓库中，按照从“水缸中取一杯水”的原则分拣配货。某些特殊的订单或者 SKU 品类，则需要通过加急灌装或者提前生产仓储的形式来满足。由于不够灵活精准，需要很大仓容，并且如果客户提货延迟则会出现爆仓，每年会存在几次爆仓的小概率事件。库存型生产就是要把握客户需求和生产产能的一个平衡点，这个平衡点就是仓容。

1.3.2 订单+库存型混合模式

整个供应链遵循客户订单—商务部—生产部—成品库—发货的工作流程，在运营和销售计划良好的情况下，生产的产品当天提货，基本不存在爆仓和库容压力问题。生产产品的主动权在于市场，市场需求什么，就生产什么。有较多小型私营企业采用此模式，统计结果显示：订单下发之后，考虑单个订单的不同品项的分拣配货要求较多，以及同时存在多个不同订单的需求，一般给生产缓冲时间为 7 天，即仓库一般存有 7 天的产品存量。

1.3.3 订单型模式

完全意义上的智能化工厂，有信息数据中心的强力支持，基于市场增长率预测模型^[2]，要求灌装线按照最小批批量基于准确的订单和仅仅“及时补仓”的机制柔性生产，灌装线和成品库中的每件产品都有订单的标签属性，成品库则转变为缓冲中转库，这可能是未来的发展方向，目前能达到这一水平的生产工厂较少。

1.3.4 关联分析

基于最小库存量的计算要求，以目前多个企业广泛采用的混合模式为假定模型基础。研究发现油脂工厂的仓储运营有以下三个特点：

(1) 工厂基本实现 365 天发货。

(2) 小包装油品在节假日、8~12 月等旺季的发货量占比大，约是淡季日发货量的 3~5 倍。针对华中地区统计分析显示，5 L 小包装在春节时段 30 天占年发货总量的 30%，中秋时段 30 天占年发货总量的 20%，端午时段 30 天占年发货总量的 20%，其余 270 天占年发货总量的 30%。1.8 L 小包装在春节段 20 天占年发货总量的 30%，中秋段 20 天占年发货总量的 20%，其余 320 天占年发货总量的 50%。

(3) 中包装淡旺季之分不明显，主要是餐饮油。10 L 和 20 L 销售特点也不太一样，20 L 主要供大众餐饮行业、工厂食堂；10 L 主要供酒店、高端餐饮、学校等，渠道不同。10 L 属于中包装，全年波动和 20 L 基本一致，除了中包装的淡季在学校放假的 6、7 月份。

根据以上三个特点，数据波动曲线见图 1。

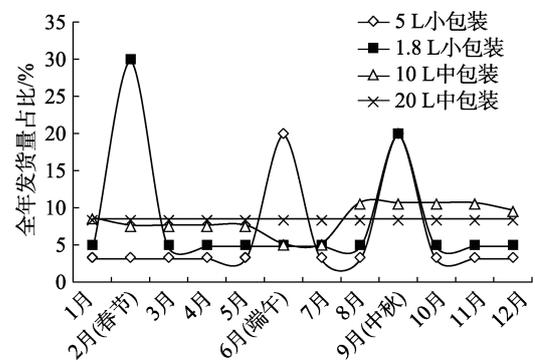


图 1 包装油全年不同时段发货量对比

显而易见，因为中包装全年发货量相对稳定无波动。对仓储运营压力不大，理论上对仓储运营造成较大压力的主要是小包装节假日发货的峰值时间，而实际在旺季时，油脂工厂一般通过当日进货当日出货的方式，极大地减小了仓库压力。

淡季时，保持对应品类的有效库容为销量所需基础库存的 2 倍，就足以保证订单的执行和灌装线的运转。所以有效库容的基础公式为：

$$SC_{wi} = 2 \times SC_{ba} \geq 2 \times SC_{so} \quad (7)$$

式中： SC_{wi} ——有效库存，实际能够使用的

库存量，总库容减去相应损耗（不合格品、辅料等占用的库容）； SC_{ba} ——基础库存，满足一天销售订单提货量 SC_{so} （Salesorderquantity）和汽运装载量的最低库存量，涵盖有运输摆放等冗余，

会略大于销售订单提货量。

1.4 最小库存量理论计算模型

1.4.1 销售情况与产能对比分析

综合图 1、表 2 和表 6，得表 7 和图 2。

表 7 产销能力对比表数据

序号	规格	销售量		淡季日销量		旺季较高日销量		日实际产能	
		p/d	t/d	p/d	t/d	p/d	t/d	p/d	t/d
1	5 L PET 瓶	22 727	20 000	25	22.2	227	200	284	250.2
2	10 L PET 瓶	41 667	30 000	77	55.6	232	166.7	364	262.2
3	20 L PET 瓶	60 811	45 000	166	123	166	123	472	349.6
4	1.8 L PET 瓶	893	500	1	0.8	4	2.5		
5	20 L 软袋	17 045	15 000	47	41	47	41		
6	合计	143 143	110 500	317	242.6	676	533.2	1121	862.0

注：预计年总销售量由华中地区某工厂销售及运营部门提供数据来源。

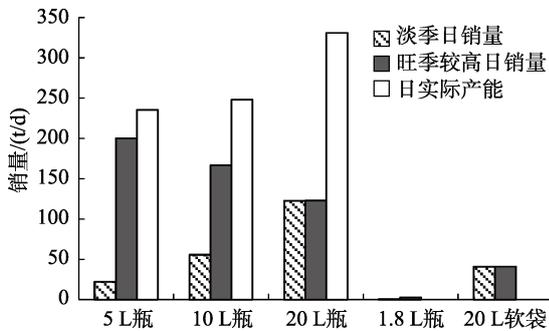


图 2 淡旺季产销能力对比

由表 7 可知，主流灌装线设备很容易实现的日实际产能远大于旺季较高日销量，因此旺季采取快进快出减轻库存压力的方式可行。在下一步库存计算时，以淡季库存运营压力为准，假定不受旺季销售提货以及灌装线产能影响。

1.4.2 淡季销售对应的基础库存计算

1.4.2.1 计算外采调拨的 1.8 L 和 20 L 软袋部分所需基础库存 $SC_{ba,1}$ 1.8 L 及以下包装油 PET 瓶主要为礼品包装，出货量较少，最高日平均仅 4 托。出于节约运力考虑，可与其他产品协同汽运或间隔一段时间集中运输，但仍按照 1 台车装载量单独占托盘位进行计算。30 t 货车一般运输 2 500 箱，约 45 托，旺季 10 天一车即可满足销量。

20 L 软袋运输量与纸箱抗压能力有关，30 t 货车约能装载 1 600 箱，约 33.4 托。为满足 47 托/d 淡季日销量，应发货 1.44 车/d，按每天 2 车共 67 托计算。另因软袋包装的特殊性，存在漏油

等情况，需要压库等待 24~48 h。故增加为 $67 \times 2 = 134$ 托。

$$SC_{ba,1} = 45 + 134 = 179 \text{ 托。}$$

1.4.2.2 淡季生产 3 种规格的包装油所需的基础库容 $SC_{ba,2}$

1) 5 L：日销量 25 托，30 t 货车装载约 34.1 托，按每天发 1 车货，圆整为 35 托；

2) 10 L：日销量 77 托，30 t 货车装载约 41.6 托，按每天发 2 车货，圆整为 84 托；

3) 20 L：日销量 166 托，30 t 货车运载约 40 托/车，按每天 5 车计算，圆整为 200 托；

$$SC_{ba,2} = 35 + 84 + 200 = 319 \text{ 托}$$

1.4.3 最小库存量理论计算结果

根据式 (7)：

$$SC_{wi} = 2 \times (SC_{ba,1} + SC_{ba,2}) = 2 \times (179 + 319) = 996 \geq 2 \times SC_{so}$$

因 SKU 分拣配货、生产调度、尾货出现导致的库容额外消耗，根据经验假定 7%。

因存在经销商、零售商因故暂不提货压仓导致的库容额外消耗，根据经验假定 10%。所以得出包装车间成品库的最小库存理论计算公式为：

$$SC_{min} = 2 \times (SC_{ba,1} + SC_{ba,2}) \times (1 + 7\% + 10\%)。$$

代入数据计算的最小库容是 1166 托。

2 对象理想数学参量模型的探讨

针对直接影响库容的至少 4 大类 20 多项相关

因素,分析内部机理,列写出各种有关的平衡方程,分析输入变量,以便于对参数进行调整,建立库容的参量模型。

2.1 灌装线

包装设备机械生产效率^[3]:稳定、可靠、高效将有利于减小库容,但会增大固定资产投资。

灌装生产调度排产计划:受商务部订单、预测的信息及时性、准确性,企业内部信息流的科学性、决策合理性等多方面因素制约。

最小生产切换批次量:批次量越小,管理颗粒度越精细,对订单化柔性化零库存的执行越有利,库容压力越小,很显然特定条件下最经济方案的分析就越发重要。

产品库存量单位(SKU)数量:国内小包装食用油消费总体趋势将朝着优质、多品种、多档次的方向发展^[4],统计数据显示,大部分工厂的SKU品类在60~140之间。未来小包装食用油的竞争是品类的竞争^[5]。SKU越多,越不利于减小库容。

不合格成品、辅料等可能也占用部分库容。存在原辅料供应不及时、设备故障、人员不足、停电停气等不利状况。

2.2 商务

市场预测分析:商务部历年销售数据的翔实完整性,数据在时间维度和不同客户群维度上的颗粒度大小,预测模型的精准性,均影响成品入库量和出库量,进而影响包装油在仓库的停留时间。

销售商务模型:承担国计民生重任的国企、采取较为灵活策略的私企、以订单为导向的依赖度、资金流转控制等不同模式下,从内部、外部环境分析^[6],决定构成库容大小的根本基础。

企业供应链运作模式:包装油加工厂与仓库布局、运距、地理位置特点、中转仓备货^[7]、外租库面积、在途时间、经销商仓库有效利用率等变化将极大地减小或增加库容。

物流水平:不同的汽运、铁运、航运环境,企业采取的物流配送模式不同。

第三方配送:企业自主的物流配送会减小工厂内库容,但是将增加车辆运输经营管理压力。

客户提货情况:从实践数据来分析,这是成为目前造成库容管理巨大压力的最不可控的物流因素。

产品销售辐射半径内社会物流水平:不同的汽运、铁运、航运固有特点,对补货入仓、预留仓容、动态平衡的影响直接而又清晰。

市场季节波动:学生放假、逢年过节、传统假日等时间段内可基本预测的变化,目标市场竞争对手变化、市场贸易摩擦等无法准确预测的波动,旺季备货,淡季分拣配货,尾货库存等对库容造成具有时间函数属性的冲击。最核心的是周计划、月计划的下达时间和精准性。

2.3 成品库

仓库管理系统、仓库调度系统、每日浮动流量、客户分拣配货客观需求、库房信息化程度、仓库与灌装线的相对位置、建筑设计规范、建设投资等方面因素相互影响相互依赖,能够促进化解货流冲击,满足包装车间入库、存货、销售出库的动态平衡,同时做到经济合理,就是好的解决方案。

值得注意的是,在油脂加工厂中,灌装车间与成品仓库只能将两者分开建造,形成两栋独立的建筑^[8]。作为丙类1项仓库^[9],全自动化立体仓库能应对品规管理的复杂性,具备更高的存储密度,快速的系统响应速度,优化仓库配送,正确及时区别慢物动量和快物动量,使生产率提升20%~30%,节约40%~60%的存储空间。每一箱中小包装食用油的流转均利用信息化技术进行跟踪和管理,可有效提高食用油生产库存的管理效率和管理水平^[10]。

2.4 其他上下游业务联系

工厂生产管理透明化、智能化将极大地激发企业潜力,自动化信息化建设将提高生产力。供应链管理系统提供产品批次审核日期,生产日期和有效期。仓库管理系统能有效管理库存和执行先进先出原则;多数情况下,商超只接受连续标准的批次和有效期。

将以上设计输入的干扰作用和控制作用作为输入变量,以库容托盘数量作为输出变量,建立库容对象特性的数学描述。通过概括一类事件的

共性建立理想模型,然后在此基础上研究真实情况对理想模型的偏离是一种重要的科学方法^[11]。然而由于对象复杂,参数同时也涉及托盘位置和在庫停留时间,难以写出直接的数学表达式,或者表达式中的某些系数还难以确定,面对复杂性得到表达式(一般是高阶微分方程或偏微分)也较难求解,同时在推导过程中,往往做了许多假定和假设,忽略了很多次要因素。因此直接建立库容的参量模型较为困难。

3 基于周转率特性的库容模型分析

3.1 周转率的引入

依据统计学中非参数模型对于分布参数不做任何假设的原理,以产品总体进出库次数作为一个随机变量,以原有历史数据作为样本条件,按照非参数统计的方法推断随时间而变动的库容量。定性描述库容在受到控制作用(比如生产排产)或干扰作用(比如市场波动)后被控变量库存的变化规律,在满足最小库存量理论计算的基础上,得到在特定设计参数输入条件下的库容表达式。因此为做到系统辨识,应用产品进出库次数的实测数据来测算和验证新的库容模型的结构和参数,可以比较可靠地得到库容的特性,这就是月周转率的概念。

3.2 基于周转率的简便公式

把被研究对象库容视为一个黑匣子,完全从外部相关特性上描述它的动态特性,就不需要深入了解其内部机理,因此研究商务销售的大数据,引入月周转率来阐释真实库存变动状态,覆盖掉对象理论参量模型及其偏差数据内容^[12]。

假定往年的销售数据、市场波动经验数据和市場销售预测数据真实可靠,灌装线产能稳定,且客户按时打款提货。在既有“灌装线”、“成品库”等固定物理特性也确定后,且所有 SKU 均折算为 5 L 包装箱数,经销售大数据分析得知每月每天的提货量 Q_d ,同时假设生产入库到出货的时间间隔 $(T+\Delta T)$,则库容量公式为:

$$SC = Q_d \times (T + \Delta T) \quad (8)$$

式中: ΔT 为特定条件下的动态平衡参数,对 T 进行修正,其主要与以下因素/特点有关:

- (1) 历年销售数据库完整性;
- (2) 销售历史数据在一个自然年时间维度上的波动及变化曲线,时间颗粒度尽量细化到 12h;
- (3) 商务部对当前掌握市场信息的预测而做出月计划的精准性;
- (4) 商务部适时调整修正的月计划提前 7~10 天发布至生产车间,提前 3~4 天发布调整修正的下周计划;
- (5) 生产车间生产计划安排合理科学;
- (6) 月计划—周计划—日计划按时正确发布(统计显示:非正确的计划发布为小概率事件,约为 3~4 次/年);
- (7) 灌装线特性:生产线综合利用效率、辅料不合格、原辅料供应不及时、设备故障、人员不足(人员不足主要是离职率高补充不及时,8~12 月旺季时有一定影响。产能在旺季是满负荷,淡季开机不足)、停电停气等因素造成无成品入库,故而额外增大库容。

此处引入月周转率 MTR ,其量纲为 1:

$$MTR = \frac{30 \times Q_d}{SC} = \frac{30}{T + \Delta T} \quad (9)$$

联立公式(7)(8)(9),可得:

$$SC_{\min} \leq SC = Q_d \times \frac{30}{MTR} \quad (10)$$

用公式(10)来验证最小库存量理论计算模型,若 $SC_{\min} = SC$,得到月周转率为 10.2,即 2.9 d 周转一次,属于较高的运营水平。

中包装用量大且集中,流转快,小包装面对城镇家庭消费,周转会慢一些,月周转率取值 3.5~4。

行业调研统计显示,基本的月周转率一般在 3~5(比较适合于库存型模式),6~6.5(比较适合于订单+库存型模式),特定条件下,也有企业能够做到更高的月周转率,成品库容量一般设计 3.5 d 成品储存量^[13],折算月周转率为 8.5。一个较为保守、可靠的库存型模式是其库容对应于灌装线 7~10 d 的入库产能。这是一个很好的经验值。

4 结语

随着包装食用油行业的发展,品种规格的不断増加、自动化立体仓库、工厂自动化信息化建

设将成为新趋势,而降低仓储和输送成本,提升服务水平,提高系统灵活性和可靠性的可持续改进,则是工厂不变的目标。

基于特定条件分析,在满足最小库存 SC_{\min} 理论推导计算值的基础上,对库容大小起核心影响因素的是包装油的月周转率 MTR 。成熟的集团化企业可以选定中等程度的月周转率(综合中小包装取值 4~5)来设计库容,而新建工厂的月周转率要偏低一些,可选定 2~2.5。以此可作为进行库容设计的辅助依据。

参考文献:

- [1] 赵宇, 李兴伟, 苏凤. 小包装车间的工艺设计实践[J]. 中国油脂, 2015, 40(12): 102-104.
- [2] 赵阳, 刘洋, 邹昕. 小包装食用油市场预测模型的建立与预测分析[J]. 粮油食品科技, 2015, 23(1): 105-108.
- [3] 叶春艳. 油脂加工厂包装机械与技术的研究[J]. 粮食与食品工业, 2014, 21(6): 23-24.
- [4] 于跃波. 食用油巨头并存下或迎来小油种破局[N]. 粮油市场报, 2018-2-10(B01).
- [5] 尚普. 未来小包装食用油的竞争是品类的竞争[N]. 粮油市场报, 2014-12-6(B01).
- [6] 陈刚. 嘉里粮油(中国)有限公司小包装食用油市场营销策略研究[D]. 成都: 西南财经大学, 2008: 20-35.
- [7] 徐博, 王耀球. 小包装食用油企业供应运作模式浅析[J]. 物流工程与管理, 2010, 32(8): 94-95.
- [8] 马悦, 梁晓华, 徐成中, 等. 新建规实施后食用油小包装车间建筑防火设计的探讨[J]. 粮食与食品工业, 2015, 22(4): 93-94, 97.
- [9] 刘涛, 赵正良, 郑宏伟, 等. 植物油厂中小包装车间建筑防火设计的探讨[J]. 粮食与食品工业, 2013, 20(1): 56-57, 60.
- [10] 刘小全, 陈军, 毕英明, 等. 中小包装食用油仓库智能仓储系统应用实践[J]. 粮食储藏, 2018, 47(5): 20-26.
- [11] 刘俊吉, 周亚平, 李松林, 等. 物理化学[M]. 第六版. 北京: 高等教育出版社, 2017: 171-172.
- [12] 厉玉鸣. 化工仪表及自动化[M]. 第六版. 北京: 化学工业出版社, 2019: 20-24.
- [13] 左青. 油脂包装工艺和设备探讨[J]. 中国油脂, 2014, 39(11): 94-97. 

欢迎订阅 2020 年《粮食与油脂》杂志

中文核心期刊《粮食与油脂》是由上海良友(集团)有限公司主管、上海市粮食科学研究所主办有关粮食、油脂及相关食品等专业的科技综合性期刊。主要内容: 粮油新产品开发、粮油加工、粮油资源利用、粮油生物工程、粮油检测、功能性食品、食品添加剂等。本刊为月刊, 标准大 16 开本, 每月 10 日出版。每期定价 10.00 元, 全年 120.00 元。公开发行, 邮发代码: 4-675, 国内刊号 CN31-1235/TS, 国际统一刊号 ISSN 1008-9578, E-mail: SLYZHS@163.com, 欢迎新老读者到当地邮局订阅。

地址: 上海市普陀区府村路 445 号 1 号楼 邮编: 200333

电话: (021) 62058191