

The Research on the Size of Fleet Owned by Bulk Cement Enterprise

Yijiao Zeng, Qilan Zhao

School of Economics and Management, Beijing Jiaotong University, Beijing
Email: zengyijiao12345@163.com, zhaoqilan@126.com

Received November 2013

Abstract

The model of the combination of bulk cement enterprise owned vehicles and leased vehicles has been adopted popularly in our country. Configuring a reasonable fleet size of the bulk cement enterprise is one of the measures to effectively reduce the cost of bulk cement logistics. This paper analyzes the supply and demand characteristics of the bulk cement transport, thereby getting statistics which reflect the use status of bulk cement vehicles more accurately. Considering the difference of service levels between owned vehicles and leased vehicles and the losses caused by customer dissatisfaction, this paper establishes a minimum-cost model and solution methods, and calculates the reasonable size of fleet owned by bulk cement enterprise through examples.

Keywords

Bulk Cement Enterprise; Owned Vehicles; Transport Service; The Probability of Available Leased Vehicles; Minimum-Cost

散装水泥企业自有车辆规模研究

曾一娇, 赵启兰

北京交通大学经济管理学院, 北京
Email: zengyijiao12345@163.com, zhaoqilan@126.com

收稿日期: 2013年11月

摘要

利用自有车辆资源, 在整合外协车辆资源基础上构建散装水泥运输体系, 并辅以系统的管理, 是散装水泥企业物流发展的有效模式。确定合理的自有车辆规模是这一模式下降低企业物流成本的有效措施之一。

本文在考虑自有车辆和外协车辆的服务水平差异和客户不满意带来的有形和无形损失以及外协车辆的可获得概率基础上，建立成本最小模型并给出了模型的求解方法，最后结合算例计算出某散装水泥企业合理的自有车辆数量。

关键词

散装水泥企业；自有车辆；运输服务；外协车辆可获得率；最小成本

1. 引言

散装水泥运输主要依靠专用罐车，专用罐车很难实行回程配载，当前散装水泥运输基本都是单程运输，车辆空驶距离较长[1]，散装水泥企业所需车辆数居高不下，运输成本成为散装水泥企业物流成本的主要部分。因此，实现散装水泥运输过程的优化管理、有效实施运输成本的控制对散装水泥企业物流成本的控制和降低具有决定性作用。

目前我国散装水泥企业普遍采用自有车辆与外协车辆相结合的配送运输模式来满足客户需求，其降低运输成本的方式主要通过对配送车辆进行路径优化和对自有车辆规模进行优化。散装水泥运输需求呈季节性变化，运输半径小，运输车辆专用性强，散装水泥企业所需的车辆数量大，因此，确定合适的自有车辆规模对降低散装水泥运输成本具有决定性的作用。

现阶段对车辆规模的确定主要从三个角度进行了研究，一是从车辆路径的角度，通过短期的车辆优化调度来确定所需要的配送车辆数[2,3]；二是从物流企业的角度研究自有车辆规模，在需求变动环境下，确定物流企业的合理运输车辆拥有数[4]；三是从业务量的角度，采用多元统计分析法确定业务量对运能需求的影响，建立模型计算运能需求[5]。本文从散装水泥企业的角度，结合现有的研究，考虑到自有车辆和外协车辆的运输服务质量差异和外协车辆的可获得概率，在分析散装水泥运输市场供需特点的基础上，建立成本最小模型来确定散装水泥企业拥有的合理自有车辆规模。最后，根据在旺季时散装水泥外协车辆的可获得率和惩罚值之间的关系对求得的结果进行相应的调整。

2. 散装水泥运输的供需分析

2.1. 散装水泥运输需求分析

季节性特征明显。散装水泥的销售量与全社会固定资产投资规模、国家基础设施建设和房地产行业紧密相关，受下游房地产、基建施工淡旺季的影响，呈现一定的季节性波动。散装水泥的运输需求与销售量是相对应的，所以，散装水泥企业的运输需求呈现明显的季节规律。由于实质性的需求不足，1~2月成了散装水泥企业全年水泥销售量的最低点，也是散装水泥企业的运输需求量的最低点。

区域差异大。散装水泥是基本建设应用最广泛的基础原材料，又是不易贮存和运输的区域性产品，散装水泥企业的运输需求存在区域性差异。各个地区的散装水泥需求量受施工淡旺季的影响，施工淡旺季又受各个地区的季节性因素的影响，各个地区的季节差异大，华北、东北、西北冬季漫长，散装水泥需求波动大，高峰在二、三季度；中南、西南次之，高峰在四季度；华东地区左右全国大局，供需变动不大。

运输半径小。散装水泥，是指不用纸袋、塑编袋等包装，直接通过专用装备进行出厂、运输、储存和使用的水泥。在运输过程中，散装水泥易受到大气环境(如刮风下雨)的影响，需要始终在密闭的容器中，采用专用罐车从工厂直接运输到用户。所以，散装水泥的运输半径小，要求车辆当日往返。

2.2. 散装水泥运输服务的供给分析

容易出现区域性的季节性短缺。散装水泥运输市场是散装水泥企业和散装水泥运输企业之间进行运输产品交易的场所和领域。散装水泥虽然全国集中度较低，但部分区域集中度较高，散装水泥运输服务市场的供给呈明显的区域性，容易出现区域性的季节性短缺。

运输服务供给成本大。散装水泥运输主要依靠专用罐车运输，基本都是单程运输，车辆空驶距离较长，散装水泥的单车运输成本高。加之专用设备的通用性低，淡季的闲置成本高。因此，散装水泥运输服务供给成本大，运价高。

运输市场供给服务水平和规模不一，旺季时外协车辆数量有限。我国散装水泥运输服务提供主体主要有货运站、运输企业以及个体运输队，提供的运输服务质量参差不齐。散装水泥运输不能以储存、调拨的方式来对运输供求状况进行调节，而只能提高运输效率或新增运输能力来满足不断增长的运输需求，而一旦需求下降，一些过剩的供给能力就会闲置起来。因此，散装水泥运输市场供给规模以稍高于平均需求的规模为基准，易造成旺季时外协车辆数量不足。

3. 散装水泥企业自有车辆规模优化模型构建及求解

3.1. 模型的分析

散装水泥企业的散装水泥配送通过自有车辆和外协车辆相结合的方式，以最低的成本、快速及时地对大区范围的客户进行散装水泥的配送活动，配置合理的自有车辆规模是散装水泥企业实现降低物流成本和提高客户服务水平的重要措施之一。

根据散装水泥运输市场供给的分析，旺季时可能出现外协车辆数不足或者外协车辆无法达到客户满意的服务水平而导致散装水泥企业信誉的损失，甚至是客户的流失。所以，配置合理的自有车辆规模对散装水泥企业来说显得尤为重要。如图 1 所示的是某散装水泥企业一年的散装水泥配送业务量的趋势线，散装水泥企业的自有车辆规模无法通过图形估算出来，如果以波峰值和波谷值作为确定自有车辆规模的标准，将面临着车辆闲置和严重不足的状况。因此，本文运用合理的统计资料，建立数学模型，确定自有车辆规模。

3.2. 模型的假设条件

1) 假设自有车辆每次的运输成本相同，自有车辆使用费 C_1 (元/日·辆)；自有车辆闲置费 C_2 (元/日·辆)；外协车辆使用费 C_3 (元/日·辆)； $C_1 > C_2$ 且 $C_1 < C_3$ 。

2) 由于散装水泥运输市场服务水平和规模不一，旺季时外协车辆数量有限，设旺季时散装水泥外协车辆的可获得率为 θ 。

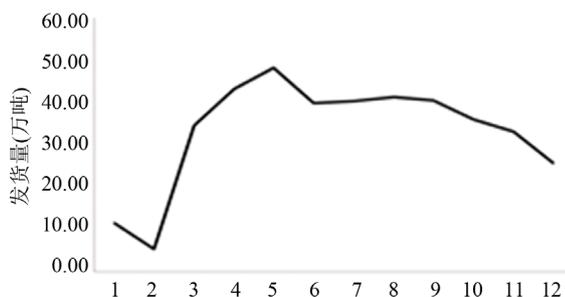


Figure 1. The figure of annual bulk cement distribution business amount

图 1. 某散装水泥企业过去一年的配送业务量的走势图

3) 通过交货准时率反映散装水泥企业的服务水平, 设散装水泥企业自有车辆的交货准时率为 α , 外协车辆的交货准时率为 β 。

4) 对客户配送出现延期交货时, 散装水泥企业将要承担损失, 包括有形的损失(如罚款、退货等)和无形的损失(如顾客流失、信誉受损等), 设惩罚值为 W 。

5) 设 Q 为企业拥有的合理自有车辆数(待求), x 为日需用车辆数, 假设散装水泥运输需求有一定的分布规律, x 为随机变量, 其分布密度为 $p(x)$, 可由长期车辆使用情况的统计资料确定, 也可由频率或相对比率代替。

3.3. 成本最小模型

设企业追求的目标是在满足客户运输需求的条件下, 使总成本最小。以实现散装水泥企业配送运输费用最小为目标构建模型, 通过成本分析法求解散装水泥企业合理的自有车辆数。

则当 $x \leq Q$ 时, 即实际需用车辆数比自有车辆数少的情况下, 所需费用为:

$$xC_1 + (Q - x)C_2 + x(1 - \alpha)W$$

则当 $x > Q$ 时, 即实际需用车辆数比自有车辆数多的情况下, 所需费用为:

$$QC_1 + (x - Q)C_3 + Q(1 - \alpha)W + (x - Q)(1 - \beta)W$$

因此, 总成本期望值为:

$$C(Q) = \sum_{x=1}^Q p(x)[xC_1 + (Q - x)C_2 + x(1 - \alpha)W] + \sum_{x=Q+1}^{\infty} p(x)[QC_1 + (x - Q)C_3 + Q(1 - \alpha)W + (x - Q)(1 - \beta)W]$$

求企业最佳车辆拥有数问题就是要确定 Q 的值, 使 $C(Q)$ 达到最小。

3.4. 模型求解

从 $C(Q)$ 的表达式可以看到, 函数 $C(Q)$ 是二次函数, 求:

$$\begin{aligned} C(Q+1) - C(Q) &= \sum_{x=1}^{Q+1} p(x)[xC_1 + (Q+1-x)C_2 + x(1-\alpha)W] + \\ &\sum_{x=Q+2}^{\infty} p(x)[(Q+1)C_1 + (x-Q-1)C_3 + (Q+1)(1-\alpha)W + (x-Q-1)(1-\beta)W] \\ &- \sum_{x=1}^Q p(x)[xC_1 + (Q-x)C_2 + x(1-\alpha)W] - \sum_{x=Q+1}^{\infty} p(x)[QC_1 + (x-Q)C_3 + Q(1-\alpha)W + (x-Q)(1-\beta)W] \\ &= \sum_{x=1}^Q p(x)C_2 + \sum_{x=Q+1}^{\infty} p(x)[C_1 - C_3 + (\beta - \alpha)W] \end{aligned}$$

因为 $\sum_{x=1}^{\infty} p(x) = 1$, 所以 $C(Q+1) - C(Q) = C_1 - C_3 + (\beta - \alpha)W + \sum_{x=1}^Q p(x)[C_2 - C_1 + C_3 - (\beta - \alpha)W]$ 。

根据二次函数的性质:

当 $(Q+1) - C(Q) \leq 0$ 时, 即 $\sum_{x=1}^Q p(x) \leq \frac{C_3 - C_1 + (\alpha - \beta)W}{C_2 + C_3 - C_1 + (\alpha - \beta)W}$ 时, 函数 $C(Q)$ 单调递减;

当 $C(Q+1) - C(Q) \geq 0$ 时, 即 $\sum_{x=1}^Q p(x) \geq \frac{C_3 - C_1 + (\alpha - \beta)W}{C_2 + C_3 - C_1 + (\alpha - \beta)W}$ 时, 函数 $C(Q)$ 单调递增。

因此, $\sum_{x=1}^Q p(x) = \frac{C_3 - C_1 + (\alpha - \beta)W}{C_2 + C_3 - C_1 + (\alpha - \beta)W}$ 时, $C(Q)$ 达到最小值。所以应该取得这样的 Q 值, 使得 $\sum_{x=1}^Q p(x)$

和 $\frac{C_3 - C_1 + (\alpha - \beta)W}{C_2 + C_3 - C_1 + (\alpha - \beta)W}$ 最接近。

由求得的最佳自有车辆数的表达式可以得出：

- 1) 自有车辆闲置费用 C_2 过高，自有车辆数量宜少；
- 2) 如果外协车辆的服务质量差，即 β 较小，自有车辆数量宜多；
- 3) 外协车辆使用费与自有车辆的使用费的差值越大，自有车辆数量宜多。

但是如果要求出具体的合理自有车辆规模，则需要综合考虑闲置费用、外协车辆服务质量以及自有车辆和外协车辆使用费的差异等影响因素，然后根据某一区域的运输市场供给特点和规模，求得旺季时散装水泥外协车辆的可获得率为 θ ，对模型求解得到的 Q 值进行调整。如果 θ 较小，旺季时外协车辆较难获得，而惩罚值 W 较大，则自有车辆数宜多；如果 θ 较大，旺季时外协车辆容易获得，而惩罚值 W 较小，则自有车辆宜少。

4. 实例分析

某散装水泥企业采用自有车辆和外协车辆相结合完成散装水泥的配送。已知自有车辆使用费 3800 元/日·辆；自有车辆闲置费 1400 元/日·辆；外协车辆使用费 4300 元/日·辆。客户对散装水泥企业延期交货的惩罚值 $W = 1000$ 元，其中自有车辆的交货准时率为 95%，外协车辆的交货准时率为 80%。根据该散装水泥企业过去车辆使用情况的统计资料，得出车辆需求数量表(如表 1)。该散装水泥所在区域的散装水泥运输市场供给主体多为运输企业和个体运输队，整体规模较大，在旺季时外协车辆的可获得率为 90%。

根据已知条件可得：

$$\frac{C_3 - C_1 + (\alpha - \beta)W}{C_2 + C_3 - C_1 + (\alpha - \beta)W} = \frac{4300 - 3800 + (95\% - 80\%) \times 1000}{1400 + 4300 - 3800 + (95\% - 80\%) \times 1000} \approx 0.317$$

因为当 $\sum_{x=1}^Q p(x)$ 和 $\frac{C_3 - C_1 - (\beta - \alpha)W}{C_2 + C_1 - C_3 + (\beta - \alpha)W}$ 最近似时， $C(Q)$ 达到最小值，通过累计比率的方法得 $Q = 420$ 。

该散装水泥企业应该配置的合理自有车辆数为 420 辆，而该区域的旺季时散装水泥外协车辆的可获得率 90%，而惩罚值较小，对所求结果不进调整。

Table 1. The table of the vehicle demand of bulk cement enterprises

表 1. 某散装水泥企业车辆需求数量表

车辆数	相对比率	累计比率
90	0.095	0.095
190	0.103	0.198
420	0.116	0.314
550	0.115	0.429
570	0.098	0.527
600	0.125	0.652
660	0.114	0.766
670	0.104	0.870
700	0.080	0.950
800	0.050	1.000

5. 结论

本文通过对散装水泥运输需求和运输服务供给的特点分析,以求能在获取散装水泥车辆实际使用情况数据时充分考虑这些因素,从而得到更能准确反映实际情况的统计资料。在此基础上,考虑外协车辆和自有车辆服务质量差异而产生的损失和外协车辆在旺季时的可获得概率等因素,建立成本最小模型,寻找模型求解方法,指导散装水泥企业根据实际情况确定合理的自有车辆规模,从而降低散装水泥企业的物流成本,增加散装水泥企业的竞争力。

参考文献 (References)

- [1] 杜红勇 (2013) 谈企业散装水泥营销模式及其管理举措. *中国经贸*, **8**, 58-59.
- [2] 肖青, 王悦 (2004) 物流配送运输车队的规模问题. *大连海事大学学报*, **1**, 69-71.
- [3] 韦立军 (2008) 用混合遗传算法解决车辆优化配置数的研究. 中山大学, 广东.
- [4] 赵敏 (2009) 需求变动环境下商品车物流企业运输资源优化配置研究. 吉林大学, 吉林.
- [5] 欧卓辉, 陈启健等 (2000) 邮件业务量对确定运能需求的研究. *邮政研究*, **3**, 19-21.