

2024 年第四届长三角高校数学建模竞赛

赛道 C：汽后配件需求预测问题

在汽后行业的供应链管理中，精准的需求预测是后续管理及决策的基础。各个汽后配件即为一个库存单位（SKU，Stock Keeping Unit），如果可以准确预知未来对于各个配件的市场需求，就可以提前将库存放在靠近需求的仓库中，从而降低库存成本，同时保证订单的按时履约。

在需求预测问题中，一般通过历史一段时间的订单情况，结合各配件的属性，得到未来一段时间的预测值。汽后行业所面临的需求预测问题可以分为两类：

1) 通过分析历史需求，得到未来一段时间的“点预测”，即为对未来的确定性预估。此种预测准确率有很多评价指标，较常用的指标为 1-wmape 和 1-smape，定义如下：

$$1 - \text{wmape} = 1 - \frac{\sum |y_i - \hat{y}_i|}{\sum y_i}$$
$$1 - \text{smape} = 1 - \sum 2 \times \frac{|y_i - \hat{y}_i|}{y_i + \hat{y}_i} / N$$

其中 y_i 为样本点的实际值， \hat{y}_i 为样本点的预测值， N 为预测样本点的数目。

2) 通过分析历史需求的分布情况，得到未来一段时间的“区间预测”，对未来的不确定性（分位数）进行预估。例如给出 90% 的分位数预测，表示的是我们认为未来需求量不超过该预测值的概率为 90%。

以上两类预测问题均有着较广泛的应用背景，然而汽后领域会面临历史需求数据的诸多挑战，其中一个比较普遍的问题是数据的间断性，即在时间序列中存在大量的 0 值，造成整体需求序列的不稳定性。对于此类需求序列的划分及处理策略，往往决定着汽后配件需求预测的准确性。

附件为一份某汽后商家的“历史配件订单表”，包含了 2022 年 1 月 1 日至 2023 年 7 月 31 日 wh1 仓库的订单，订单中已指明配件（SKU）编码及需求量，可用于预测后续各配件在本仓库的需求量。其中同一天、同一仓库、同一配件，可能一天会存在多个订单，则当天该仓库对该配件的需求量可进行加和处理，若

不存在订单，则当天需求量为 0。

根据以上信息，请你们建立数学模型完成以下问题：

问题 1 使用“历史配件订单表”中的数据，预测出各商家在本仓库的配件 2023 年 8 月 1 日至 2023 年 8 月 31 日的需求量，请将预测结果以表格的形式列在正文中，并说明你们如何评价历史回测期间的准确率。

问题 2 使用“历史配件订单表”中的数据，对各商家在本仓库的配件 2023 年 8 月 1 日至 2023 年 8 月 15 日的需求量进行区间预测，分别给出各配件在本仓库 10%、30% 和 70%、90% 分位数的预测值，请将预测结果以表格的形式列在正文中。请说明解决此问题时，给出了哪些基本假设。同时讨论你们如何评价历史回测期间，各分位数预测的准确率。

问题 3 使用“历史配件订单表”中的数据，根据数据分析及建模过程，这些由配件日需求量形成的时间序列如何分类，研究每一类的特征，从而帮助你们进行更加精准的预测？