

# 水下机器人的组装计划

## 摘要

近年，随着世界全球化加深，传统的供应关系已经不再适应于当今生产需要，其中原材料供应是企业供应链的主要环节。本文提出了原材料供应数学模型的基础假设，给出企业对供应过程中订购与运输方案的建议。

对于问题一，我们通过对供货商供货特征的定量分析，取得描述供应商重要程度的评价指标，建立了基于熵权逼近理想解方法的供应商排序模型。其中，我们主要从供应商的产业规模、供货能力、违约率、波动情况，来衡量此供应商对该企业正常生产的重要性。为了定量并客观地评价每个供应商的重要程度，我们在模型中使用了熵权，以有效避免多因素评价模型当中确定权重时的主观性。通过比较对象与理想解和负理想解的距离，得到出对象与理想解的相似度，最后排序优选确定最重要的 50 家供应商。

对于问题二，我们建立线性规划模型以对订购方案进行优化，并制定出未来 24 周原材料最经济的订购方案。其中，在供应商的二次优选中，我们注意到每个供应商仅有选择与否两种状态，故采用 0-1 规划取得满足供应需求的最少的 44 家供应商；考虑到原材料储备对保障企业生产的重要意义，制定订购方案前，我们首先应用 LSTM 模型预测选定的供应商的供应水平，确保企业供应链稳定与生产安全，进一步优化订购方案。根据得到的订购方案制定损耗最小的转运方案，最后通过计算机程序仿真，以模拟优化后方案的实施效果。

对于问题三，由于企业为压缩生产成本，尽量多地采购 A 类和尽量少地采购 C 类原材料。我们对问题二中线性规划模型进行扩展，减少生产企业对 C 类原材料供应商的依赖，并将 A 类原材料的采购优先度提高，构建线性规划模型，解出最优采购方案和转运方案。最后由计算机仿真体现方案的实施效果。

对于问题四，我们不再考虑因企业生产技术有限产生的产量上限，而通过优化订购方案、转运方案最大化供应链的供应能力。而通过分析供货数据我们发现，每周转运商的总转运能力远少于供给商的供给能力。因此，我们以对转运商转运方案的优化为主，通过对模型的不断反思与改进，得出了未来 24 周的订购和转运方案。

最后我们对模型进行了中肯的评价和适当的推广。

**关键字：** TOPSIS 法 熵权法 LSTM 模型 线性规划

原材料是企业重要的经营性资产，是企业维持正常生产经营活动的基础，原材料管理的好坏直接关系到企业的营运资金利用效率，也关系到企业生产经营的持续性<sup>[1]</sup>。改良生产企业的原材料管理方案，能提高原材料的周转率，有效降低仓储成本，也有利于保障生产流程的正常运行，在较大程度上加强企业竞争力<sup>[2]</sup>。近年来，随着经济的稳步发展，企业在面对新冠疫情冲击的同时，还面临着更大规模、更高强度的竞争，优化原材料管理方案也较以往更具现实意义。

## 一、问题分析

制造商为了达到每日生产指标，以满足市场需求，需要向供货商（提供企业所需的原材料）提交订单。由于运输、交付等问题，订购的原材料不能直接用于生产，而需先交付物流转运至仓库，以便企业生产时取用。

现实中，供应商在接到订单后，常因为生产能上限和供应优先度等问题调整原材料产量，导致实际按时提供的原料量与生产需要存在出入。而此时制造商已经完成原料采购，不能通过更改之前的订购方案来弥补缺少原料，只能使用已经转移至仓库中的原料进行加工。若原材料库存不足，原材料的缺口会导致生产线停摆，造成严重的经济损失。为了减轻原料供应量波动对生产的影响，生产企业可提前储存一些原料，减轻生产停摆带来的损失。但与此同时，过多的原材料积存会显著增加企业的仓储成本。因此，为了改良生产企业的原材料管理方案，可根据以往交易数据，推测该供应商供应量的波动幅度，以制定出更加灵活的订购方案，削弱仓储成本，为企业带来更大收益。

供应商提供 A、B、C 三种原材料，容易发现，A、B、C 三种类型的原材料在采购单价不相等的同时，生产单位商品的消耗量也是不同的。其中，A 类型和 C 类型原材料生产单位商品的采购费用相等，且略低于 B 类型原材料（由于相差小于 1%，本文暂且忽略），进而认为三者的本征采购单价相等。为了便于研究，本文先对原材料做了等价代换：将其供应量以原材料的商品生产能力表示，采购单价也以本征采购单价表示。为了最大化经济效益，帮助生产企业做出决策，本文建立了供应量可预测的原材料订购、库存方案优化模型。

### 1.1 问题一

题目中要求对附件一中 402 家供应商进行量化分析，并建立供应商选择的评价指导体系，确定 44 家最重要的供应商。供应商的重要程度受多种因素影响，通过查阅相关文献，利用定量分析的方法，我们选取出适当的指标并根据熵值赋予权重，建立基于熵权逼近理想解方法的供应商排序模型，最后对供应商进行排序优选。

## 1.2 问题二

题目中要求在问题一结果的基础上，选出能满足企业生产需求的最少供应商，针对这些供应商分别制定最经济的订购方案和损耗最小的转运方案。我们首先利用 0-1 规划选出必要的供应商，同时为了保证原材料供应量充足，我们运用 LSTM 模型预测出转运商的供应水平，并建立了原材料订购方案的线性规划模型。通过对供应过程的计算机仿真，分析订购和转运模型的实施效果。

## 1.3 问题三

题目中要求在尽量多地采购 A 类和尽量少地采购 C 类原材料的前提下，制定最经济的原材料订购方案和损耗最小的转运方案，并分析方案的实施效果。本文发现，对原材料种类的限制，能通过对问题二模型进行扩展，在订购量分配时体现企业对原材料的偏好，进而通过优化模型制定了订购和转运方案。模型求解后，仍经过计算机仿真，分析模型的优化效果。

## 1.4 问题四

题目中要求在供应商和转运商有限的情况下，评估企业每周产能的上限。本题取消生产企业每周产能上限的同时，也消除了原材料的库存问题。而通过分析供货数据不难发现，向企业输送的最大供给量主要取决于转运商的转运能力。本问题也转化为在转运商以最大能力运输原材料时，一家供应商每周供应的原材料尽量由一家转运商运输。因此，本文主要对转运商的转运方案进行优化，并据此给出未来 24 周的订购和转运方案。最后我们对模型进行了中肯的评价和适当的推广。