

数学建模例题 小批量物料的生产安排

某电子产品制造企业面临以下问题：在多品种小批量的物料生产中，事先无法知道物料的实际需求量。企业希望运用数学方法，分析已有的历史数据，建立数学模型，帮助企业合理地安排物料生产。

问题 1 请对附件中的历史数据进行分析，选择 6 种应当重点关注的物料（可从物料需求出现的频数、数量、趋势和销售单价等方面考虑），建立物料需求的周预测模型（即以周为基本时间单位，预测物料的周需求量，见附录(1)），并利用历史数据对预测模型进行评价。

问题 2 如果按照物料需求量的预测值来安排生产，可能会产生较大的库存，或者出现较多的缺货，给企业带来经济和信誉方面的损失。企业希望从需求量的预测值、需求特征、库存量和缺货量等方面综合考虑，以便更合理地安排生产。

请提供一种制定生产计划的方法，从第 101 周开始，在每周初，制定本周的物料生产计划，安排生产，直至第 177 周为止，使得平均服务水平不低于 85%。

202X 年衢州职业技术学院数学建模竞赛

承 诺 书

我们仔细阅读了《衢州职业技术学院数学建模竞赛规则》（以下简称“竞赛规则”）。

我们完全清楚，在竞赛开始后参赛队员不能以任何方式，包括电话、电子邮件、“贴吧”、QQ 群、微信群等，与队外的任何人（包括指导教师）交流、讨论与赛题有关的问题；无论主动参与讨论还是被动接收讨论信息都是严重违反竞赛纪律的行为。

我们以中国大学生名誉和诚信郑重承诺，严格遵守竞赛规则，以保证竞赛的公正、公平性。如有违反竞赛规则的行为，我们将受到严肃处理。

参赛队员 (签名) : 1. _____

2. _____

3. _____

指导教师或指导教师组负责人 (签名): _____

(指导教师签名意味着对参赛队的行为和论文的真实性负责)

日期: _____年____月____日

(请勿改动此页内容和格式。以上内容请仔细核对，如填写错误，论文可能被取消评奖资格。)

202X 年衢州职业技术学院数学建模竞赛

编号专用页

赛区评阅记录（可供赛区评阅时使用）：

评阅人						
备注						

小批量物料的生产安排

对于制造企业,生产是整个企业的重心,它是上层计划的执行者也是反馈者,资源管理、物流控制是企业整个生产系统的重要方面。所以,在多品种小批量的物料生产中,求出物料的实际需求量,才能更合理的安排物料生产。

针对问题一,从物料需求频数、数量、趋势、销售单价等方面进行数据处理、统计,运用层次分析法,准则层的元素设为总需求、记数、平均单价、趋势(二阶差分),建立层次结构,构建出成对比较矩阵并通过一致性检验。得出权重比为:0.56:0.06:0.19:0.19。最后利用权重进行物料评分,得出分数最高的6种物料为503、256、375、918、374、900。我们将他们作为6种重点关注物料,先将数据平滑处理,然后利用时间序列模型预测物料的周需求量,通过上述训练结果分析,本文所建立的预测模型对此材料实际的需求测量时,相对误差较小且在连续的177周时间段表现稳定,因此我们可以得出物料*i*第*j*周需求量的预测值 $Pre1_{ij}$ 。

针对问题二,利用问题一得出的6种重点关注物料*i*第*j*周的需求量的预测值 $Pre1_{ij}$,即可得在该预测值下的需求特征、库存量和缺货量。利用第1-100周需求量的预测值 $Pre1_{ij}$ 、该预测值下的需求特征(需求趋势、预计需求量趋势)、库存等级等方面,建立神经网络模型,来预计第101-177周需求量的预测值 $Pre2_{ij}$,并成功使得6组物料的平均服务水平不低于85%,即为新的生产计划。

关键词: 层次分析法 神经网络时间序列模型 Matlab

一、问题重述

生产是企业重要核心，该企业需通过建立数学模型求出实际需求量，来合理安排物料生产。下面有几个问题的解决方案：

(1) 将附件中的数据进行分析，筛选出 6 种重点关注物料，在建立周预测模型，求出周预测需求量，那么我们应该建立哪种拟合度较高的周预测模型？

(2) 如果按照上述求出的物料需求量的预测值来安排物料生产，可能会产生较大的库存或较多的缺货，从而给企业带来一定的信誉与经济的损失。因此企业打算从需求量的预测值、需求特征、库存量以及缺货量等方面进行综合考虑，以便更合理的安排企业生产，因此我们应制定怎样的生产计划，使得企业平均服务水平不得低于 85%？

二、问题分析

2.1 研究现状综述：

张浩^[1]等对问题（1）和问题（2）的解法较为简单，根据精益生产及倒序排产法的原则，建立合理简单的数学规划模型。不足为其对问题（3）和问题（4）没有给出相应的解决方案。陈敏^[2]等基于问题（1）运用 BP 神经网络的混沌时间序列预测模型，验证最后结果误差较小，BP 神经网络的时间序列模型具有有效性和普适性。绝大多数的论文构建的时间序列模型最后检验通过，但有小部分 15%的也有一定的误差，不够准确。

2.2 问题研究思路：

制造业是我国的重要支柱，由于用户个性化需求增加，多品种小批量的生产已成为当今制造业企业重要的生产方式。因此，我们应运用历史数据，建立数学模型，预测物料生产需求量，制定合适的生产计划，

针对问题一，处理数据，建立层次结构，构建准测层的元素为总需求、记数、平均单价、二阶差分的成对比较矩阵。构建出的矩阵可能会存在不合格，有较大误差的情况，因此我们需对构建出的矩阵进行一致性检验是否通过。在得出 6 种重点物料之后，选择哪种时间序列模型预测物料需求量是一件值得分析的问题。

针对问题二，在新得状况下，如何合理利用神经网络拟合，制定一种可使平均服务水平不低于 85%的生产安排，从需求量的预测值、特征、库存量以及缺货量等各个方面综合考虑。针对于该问题我们自定义一种库存等级，便于拟合物料的需求量。

本文研究路径如图所示：

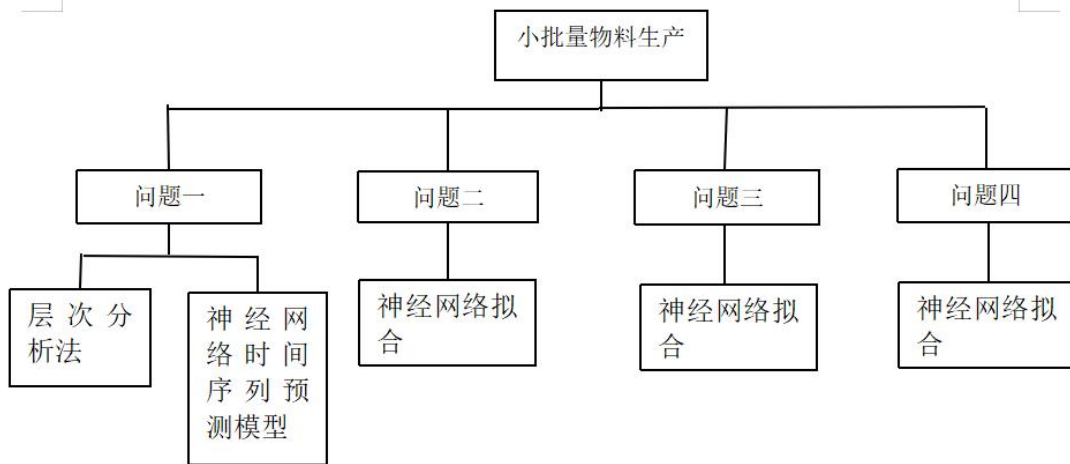


图 1 研究路径

三、符号说明

符号说明	
$p_{i,j}$	第 i 钟物料的第 j 周需求量
$q_{i,j}$	第 i 钟物料的第 j 周需求频数
$r_{i,j}$	第 i 钟物料的第 j 周需求量单价
$P_{i,k}$	第 i 钟物料的第 k 年需求量
$V_{i,k}$	物料 i 需求量的第年增长速度
$AV_{i,k}$	物料 i 需求量的第 k 年增长加速度
$Pre1_{i,j}$	第一问物料 i 第 j 周需求量的预测值
$Pre2_{i,j}$	第二问物料 i 第 j 周需求量的预测值
$K1_{i,j}$	第二问物料 i 第 j 周的库存量
$Q_{i,j}$	第二问物料 i 第 j 周的缺货量

四、模型假设

为了简化问题，我们做如下假设：

- 1) 假设 A 为目标层成对比较矩阵；
- 2) 假设 $B_i (i = 1, 2, 3, 4)$ 为准则层陈对比较矩阵；
- 3) 假设本周生产计划的物料只能在下周之后使用；

- 4) 假设第 100 周末的库存量与缺货量均为零,第 100 周的生产计划数与第 101 周的实际需求数相等。

五、模型建立与求解

生产作为制造企业的重心,它的资源管理、物流控制是企业整个生产系统的重要方面。对于多品种小批量的物料生产,我们应通过建立模型,求出物料的实际需求量,从而合理安排物料生产。

5.1 问题一的解决:

5.1.1 问题一第一问的解决:

首先将原始数据统计处理, ……

利用层次分析法, ……

即可得结果为, ……

5.1.2 问题一第二问的解决:

建立六种物料需求的周预测模型:

通过层次分析法……

因此上述模型可用于物料需求的周预测模型。

5.2 问题二的解决:

针对问题二,利用 Matlab 神经网络工具箱……

利用神经网络模型,我们可得所选中 6 种物料的综合结果……

六、模型的评价与推广

6.1 模型的优点:

神经网络的非线性映射能力较强……

6.2 模型的缺点:

神经网络算法的收敛速度较慢……

6.3 模型的推广:

……

七、参考文献

[1] 王吉权, BP 神经网络的理论及其在农业机械化中的应用研究[D]. 沈阳: 沈阳农业大学, 2001. 6:14-23.

[2] 邓伟, BP 神经网络构建与优化的研究及其在医学院统计中的应用[D]. 上海: 复旦大学, 2002:12-18, 42-52.

