

2016 年湖南省研究生数学建模竞赛

A 题 国家电网电容器投标报价策略

2016 年 4 月 18 日



2016 湖南省研究生数学建模竞赛参赛承诺书

我们仔细阅读了湖南省研究生数学建模竞赛的竞赛规则。

我们完全明白，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、网上咨询等）与队外的任何人（包括指导教师）研究、讨论与赛题有关的问题。

我们知道，抄袭别人的成果是违反竞赛规则的，如果引用别人的成果或其他公开的资料（包括网上查到的资料），必须按照规定的参考文献的表述方式在正文引用处和参考文献中明确列出。

我们郑重承诺，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。

我们授权湖南省研究生数学建模竞赛组委会，可将我们的论文以任何形式进行公开展示（包括进行网上公示，在书籍、期刊和其他媒体进行正式或非正式发表等）。

我们参赛选择的题号是（从组委会提供的试题中选择一项填写）：A

我们的参赛报名号为（如果组委会设置报名号的话）：A201518001001

所属学校（请填写完整的全名）：国防科学技术大学

参赛队员（打印并签名）：

1.曾亮

2.王涛

3.黄景帅

指导教师或指导教师组负责人(打印并签名)：张洪波

日期：2015 年 04 月 18 日

评阅编号（由组委会评阅前进行编号）：

2016 湖南省研究生数学建模竞赛

编号专用页

评阅编号（由组委会评阅前进行编号）：

评阅记录（可供评阅时使用）：

[illegible]

湖南省第二届研究生数学建模竞赛

题 目 国家电网电容器投标报价策略

摘 要：

本文中对接国家电网电容器的投标报价策略展开研究,分析国家电网投标报价得分算法,以报价得分最优为目标建立了三种投标报价模型,通过数学仿真分析,验证了三种投标报价模型的性能并对要求批次的一些包进行了报价预测。文中最后根据研究分析结果,对接国家电网的招投标方法提出了一些建议。

文中在对报价得分算法(区间平均下浮双曲线算法)研究时发现:基准价处的投标报价得分最高;在基准价两侧,投标报价越接近于基准价,投标报价得分越高;基准价 B 由下浮系数 a 和各投标方的投标报价共同决定。减分速率指数 m 、 n 不影响基准价的位置和基准价处的得分情况,但将影响投标报价得分的梯度;随着减分速率指数 m 、 n 的增大,投标报价得分的下降梯度也越大。

在深入挖掘以往投标报价数据信息的基础上,建立了三种投标报价模型。模型一利用数据基于最小二乘法估计得到各竞争对手的报价模型;然后利用预估各公司的报价模型和待求报价包的物质清单,得到各竞争对手的预估报价;在将待估投标价与基准价等同的基础上,通过求解方程得到预估投标报价。模型二利用各批次中的基准价数据基于最小二乘法估计得到基准价模型;然后根据待求报价包的物质清单,得到预估投标报价。模型三的基本思想与模型一相当,但在数据信息挖掘上,模型三采用了神经网络方法。模型三通过对各公司的投标报价数据进行训练,得到各公司的投标报价模型,并基于此得到待求报价包的预估投标报价。三种投标报价模型的核心都在于对组成各包的基础器件基准单价的预估,而对基础器件基础单价的预估则有赖于对以往投标各方报价数据信息的深入挖掘。

基于给定的数据材料,以“合容”公司作为对比对象,从投标报价得分情况和中标情况方面对建立的三种投标报价模型进行了有效性分析与验证。仿真结果表明:三种模型的投标的中标率都要优于“合容”公司本身的投标报价模型。“合容”公司和三种模型的中标率分别为 1.63%、8.13%、4.88%、10.57%,三种模型分别提高了 5 倍、3 倍和 6.5 倍的中标率;通过比较得分均值、90 分以上次数、95 分以上次数、中标次数和中标率等参数发现,三种模型中,模型三的性能最优,模型一次之,模型二再次之。通过将三种报价模型应用到国家电网 2014 年第四批中指定包中,得到了待求包的投标报价。

文中最后分析了国家电网现有招投标办法的特点及存在的一些弊端,并基于此对接国家电网招投标方提出了一些建议。

A 题 国家电网电容器投标报价策略

1 引言

招标投标是商品经济发展到一定阶段的产物。作为一种特殊的商品交易方式，在现代商业、工程项目等的采购中应用得越来越广泛，在优化社会资源配置和项目实施方案、提高经济和社会效益、建立健全现代市场经济体系等方面起着举足轻重的作用。

随着经济社会的飞速发展和改革开放的深入推进，招投标活动的组织形式更加合理多样，流程更加严格规范，竞争更加公平激烈。同时，招投标活动所面对的经济对象日趋大型化、复杂化，且分批次进行展开。新形势下招投标活动所呈现出的特点给投标企业带来了不小的挑战，但也是机遇。因此，如何制定行之有效的投标报价策略，并据此给出的报价在保证企业利润的同时又不失竞争优势，是每个企业必须重视的问题之一，直接影响到企业的竞争力保持、业务发展和经济效益等方面，关系着企业的前途命运。

本论文针对国家电力电网建设工程项目中的电容器投标报价策略展开了研究。

2 问题描述

招标投标在现代商业采购行为中运用得越来越广泛。随着社会的发展,招标投标所面对的经济对象不断地大型化、复杂化,招标投标行为多批次化,从而给投标决策提出了新的问题。如何构建并实施有效的投标报价策略、以此为依据制定出既有合理利润又有竞争优势的报价,关系着投标企业的经济效益乃至企业的生死存亡。

国家电网 2013 年至 2015 年每年举行 6 批电容器类货物的招标,每批又分若干包,不同包包含的电容器规格、数量不同。参加投标厂家每年基本固定,主要厂家有 17 家左右(具体见附件)。

国家电网在 2013 年—2014 年采用的是综合评标法进行招标。该评标办法中,技术、价格、商务占的比例分别为 30%、60%、10%,以总分 100 分计。假定各厂家在技术、商务方面实力基本相当,因此此问题中各厂家只需考虑通过合理的报价提高价格得分,只要价格得分第一就认为中标。各投标厂家具体得分大小采用区间平均下浮双边曲线算法(见附录说明 1)。

实际投标中,由于竞争对手的投标策略是随着市场环境及自身条件的变化而变化的,因此就是对同一个包(货物类型以及对应数量完全相同),同一厂家在不同批次中的报价也可能是不同的。还需要注意价格下浮比例(或称下浮系数)以及减分速率指数对报价也会产生一定的影响。

附件 1 给出了 2013 年至 2014 年共 6 批货物发包清单,附件 2 给出各批部分包的价格得分情况。附件 3 给出了各种型号电容器最高限价。

1、试对国家电网采用的区间平均下浮双边曲线算法作全面研究分析,给出对投标方有价值的研究结论。特别,下浮系数及减分速率指数的调整对报价有何影响?

2、假设你负责合容电气公司的投标,请在对 2013 年第 5 批至 2014 年第 3 批共 5 批数据进行分析的基础上,建立该公司的报价模型以提高中标率。

3、根据你所建立的模型,给出合容电气对 2014 年第 4 批以下指定各包的具体报价:包 24,包 29,包 41,包 42,包 57,包 62,包 66,包 71,包 74,包 76,包 84,包 87。

4、请在分析研究的基础上给出关于国家电网招投标方法改革的合理化建议。

3 区间平均下浮双曲线算法分析

国家电网采用综合评标法进行招标。该评标办法以总分 100 分进行评标，其中价格所占比例高达 60%，是各影响因素中的主导因素。在评估价格因素时，通过区间平均下浮双边曲线算法对投标价格进行评分。因此，研究平均下浮双边曲线算法对确定投标价格具有重要意义。

3.1 区间平均下浮双边曲线算法

- 全部有效投标报价算术平均值 A

全部有效投标报价算术平均值 A 为满足国家电网电容器规定最高限价的所有参与投标企业报价的算术平均值。

- 有效投标报价算术平均值 A_1

以全部有效投标报价算术平均值 A 的 80%~115% 区间作为有效投标报价的评估区间，计算在此区间内的所有参与投标企业报价的算术平均值即得到有效投标报价算术平均值 A_1 。

- 基准价 B

基准价 B 为评标时的基准价格，它的计算公式如下

$$B = A_1 \times (1 - a) \quad (3.1)$$

其中， a 为下浮比例（或者下浮系数）。如果全部有效报价均在 A 的 80%~115% 区间外，则直接以 $A \times (1 - a)$ 为基准价 B 。

- 价格得分 Score

价格得分是在评标时通过某种方法对某一个投标企业的评价分值。在区间平均下浮双边曲线算法中，价格得分的计算方法为

$$\begin{cases} \text{Score} = \left(\frac{B}{P}\right)^n \times 100 & \text{if } P \geq B \\ \text{Score} = \left(\frac{P}{B}\right)^m \times 100 & \text{if } P < B \end{cases} \quad (3.2)$$

上式中， P 为投标企业的单个包的评标总价。 m 和 n 为减分速率指数。将式(3.1)代入式(3.2)，可得到价格得分 Score 的完整表达式为

$$\begin{cases} \text{Score} = \left(\frac{A_1 \times (1 - a)}{P}\right)^n \times 100 & \text{if } P \geq B \\ \text{Score} = \left(\frac{P}{A_1 \times (1 - a)}\right)^m \times 100 & \text{if } P < B \end{cases} \quad (3.3)$$

3.2 下浮系数调整对报价的影响

在区间平均下浮双曲线算法中，下浮系数 a 为对基准价格 B 进行调整的一个系数。从式(3.3)可以看出，下浮系数 a 的不同，对投标的价格得分计算影响较大。

为准确得到下浮系数 a 对评标价格得分的影响，下面通过仿真进行分析。设定有效投标报价算术平均值 A_1 为 500，减分速率指数 m 和 n 的取值分别为 0.6 和 1.5。在下浮系数分别取 1%、10%和 20%时，研究不同评标总价下的得分情况。

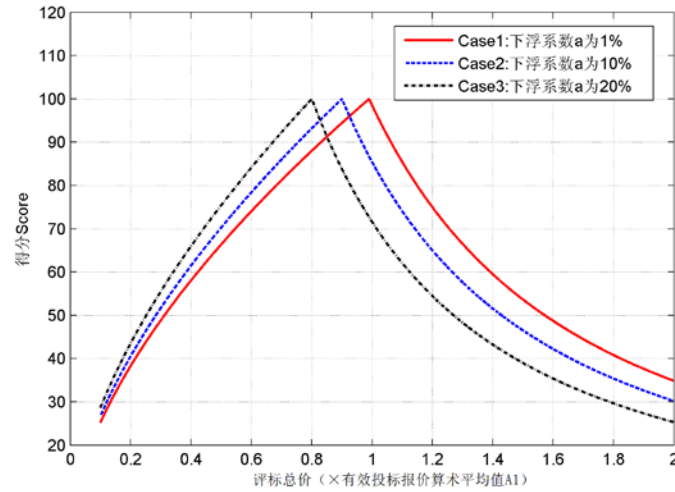


图 3.1 价格得分随下浮系数的变化

图 3.1 给出了在下浮系数分别为 1%、10%和 20%时，评标总价在 0.1~2 个有效投标报价算术平均值范围内的价格得分情况。从图 3.1 中可以明显看出，下浮主要改变了价格得分为 100 分所在的位置，引导得分曲线横向移动。从式(3.3)可理论上求得当投标人的评标总价 P 等于基准价 B 时评标的价格得分最高，为 100 分。由于投标人的评标总价等于投标报价，所以当投标报价越接近于基准价时价格得分就越高。

经过上述分析，可得出结论：当下浮系数 a 降低时，应增大报价，以求价格得分尽量高；反之，降低报价。

3.3 减分速率指数调整对报价的影响

在区间平均下浮双曲线算法中，减分速率指数 m 和 n 是对评标价格得分产生明显影响的参数。从式(3.3)可以看出，减分速率指数 m 和 n 取值不同，将影响评标时价格得分的计算。

在式(3.3)中，根据指数函数的特性可以看出，当评标总价 P 大于等于基准价 B 时，在其他参数不变的情况下，如果 n 的值增大，则价格得分将越小；当评标总价小于基准价时，在其他参数不变的情况下，如果 m 的值增大，则价格得分也将越小。

图 3.2 给出了当有效投标报价算术平均值 A_1 为 500，下浮系数取 0.5%，减分速率指数 m 取 0.6，减分速率指数 n 的取值分别为 1.5、2.0 和 2.5 时，评标总价在 0.1~2 个基准价格范围内的价格得分情况。从图中可以明显看到，当评标总价大于等于基准价时，价格得分随评标总价的增加而降低，且如果减分速率指数 n 越大，则在相同评标总价的情况下价格得分就越低。因此，当减分速率指数 n 变大时，应减小报价，以求价格得分尽量高；反之，应增大报价。

图 3.3 给出了当有效投标报价算术平均值 A_1 为 500，下浮系数取 0.5%，减分速率指数 n 取 1.5，减分速率指数 m 的取值分别为 0.4、0.6 和 0.8 时，评标总价在 0.1~2 个基准价格范围内的价格得分情况。从图中可以明显看到，当评标总价

小于基准价时,价格得分随评标总价的增加而增加,且如果减分速率指数 m 越大,则在相同评标总价的情况下价格得分也越低。因此,当减分速率指数 m 变大时,应增加报价,以求价格得分尽量高;反之,应减小报价。

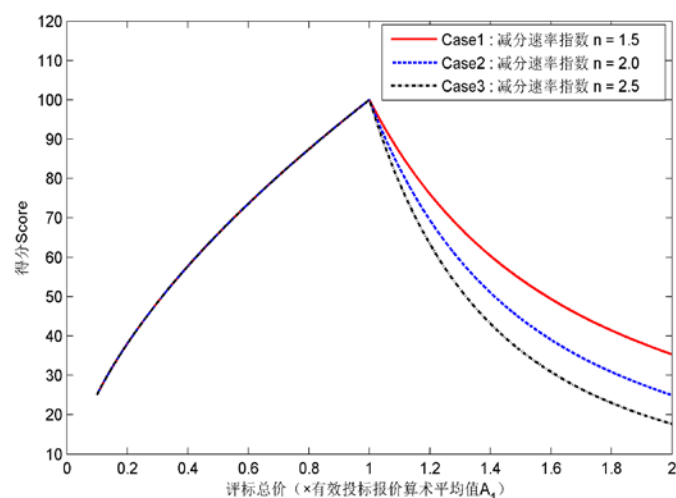


图 3.2 价格得分随减分速率指数 n 的变化

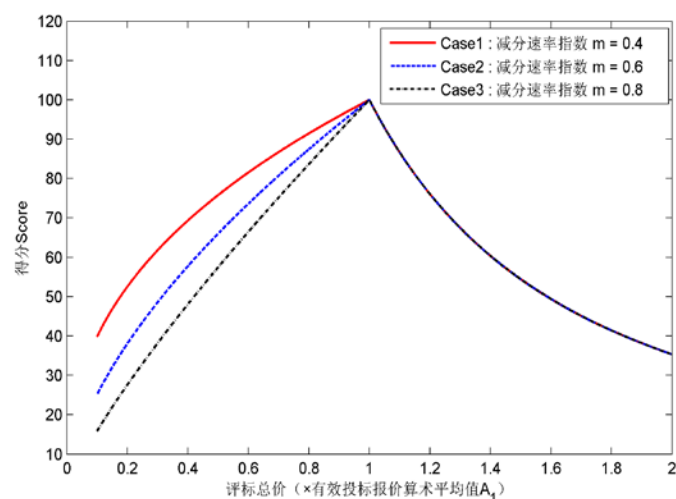


图 3.3 价格得分随减分速率指数 m 的变化

3.4 小结

根据本章对区间平均下浮双曲线算法的研究分析,得到了以下几点结论:

- (1) 区间平均下浮双曲线算法是决定投标人价格得分的核心算法,该算法的核心参数有下浮系数 a 、有效投标报价算术平均值 A_1 、减分速率指数 m 和 n 。
- (2) 下浮系数 a 和有效投标报价算术平均值 A_1 决定了基准价 B 。当投标人的评标总价 P 等于基准价 B 时,评标的价格得分为 100 分,即投标报价越接近于基准价时,评标的价格得分就越高。
- (3) 通过数值仿真,得到了下浮系数及减分速率指数 m 和 n 的调整对报价的影响关系:
 - 当下浮系数 a 降低时,应增大报价,以求价格得分尽量高;反之,降低报价;
 - 当减分速率指数 n 变大时,应减小报价,以求价格得分尽量高;反之,

应增大报价；

- 当减分速率指数 m 变大时，应增加报价，以求价格得分尽量高；反之，应减小报价。

4 数据处理与模型建立

4.1 数据的处理与使用

题目材料中包含大量的货物清单数据、投标报价与得分数据，需要对这些数据材料进行处理加工方能得到自己所需的数据。

4.1.1 货物发包清单数据整理

首先将货物发包清单的数据进行处理，使其便于后续的使用。将货物清单中的各种物质进行编号（仅考虑 10kV 的发包），编号规则如表 4.1。数字 1~26 分别代表 26 种框架式电容的型号，字母 A 和 B 分别代表成套电容装置的器件：电抗器和电容器。

表 4.1 物资编号

编号	规格型号	电容器组串联电抗器限价 （万元/台）		编号	单台电容器容量	电容器组（不含电抗器）限价 （万元/组）
A1	10kV/10 Mvar	空心（1%、5%、12%）	5	B1	单台 /417kvar	40
A2	10kV/10 Mvar	铁芯（1%、5%、12%）	23	B2	单台 /417kvar	40
A3	10kV/8 Mvar	空心（1%、5%、12%）	5	B3	单台 /334kvar	36
A4	10kV/8 Mvar	铁芯（1%、5%、12%）	22	B4	单台 /334kvar	36
A5	10kV/6 Mvar	空心（1%、5%、12%）	4	B5	单台 /334kvar	27
A6	10kV/6 Mvar	铁芯（1%、5%、12%）	20	B6	单台 /334kvar	27
A7	10kV/5 Mvar	空心（1%、5%、12%）	4	B7	单台 /417kvar	22
A8	10kV/5 Mvar	铁芯（1%、5%、12%）	20	B8	单台 /417kvar	22
A9	10kV/5 Mvar	空心（1%、5%、12%）	4	B9	单台 /334kvar	23
A10	10kV/5 Mvar	铁芯（1%、5%、12%）	20	B10	单台 /334kvar	23
A11	10kV/4.8 Mvar	空心（1%、5%、12%）	4	B11	单台 /200kvar	29
A12	10kV/4.8 Mvar	铁芯（1%、5%、12%）	20	B12	单台 /200kvar	29
A13	10kV/4 Mvar	空心（1%、5%、12%）	4	B13	单台 /334kvar	20
A14	10kV/4 Mvar	铁芯（1%、5%、12%）	17	B14	单台 /334kvar	20
A15	10kV/3.6Mvar	空心（1%、5%、12%）	3	B15	单台 /200kvar	19
A16	10kV/3.6Mvar	铁芯（1%、5%、12%）	12	B16	单台 /200kvar	19
A17	10kV/3 Mvar	空心（1%、5%、12%）	3	B17	单台 /334kvar	15
A18	10kV/3 Mvar	铁芯（1%、5%、12%）	10	B18	单台 /334kvar	15
A19	10kV/2 Mvar	空心（1%、5%、12%）	3	B19	单台 /334kvar	12
A20	10kV/2 Mvar	铁芯（1%、5%、12%）	10	B20	单台 /334kvar	12
A21	10kV/1.5 Mvar	空心（1%、5%、12%）	3	B21	单台 /100kvar	12
A22	10kV/1 Mvar	空心（1%、5%、12%）	3	B22	单台 /334kvar	10
A23	10kV/1 Mvar	铁芯（1%、5%、12%）	10	B23	单台 /334kvar	10
A24	10kV/0.6 Mvar	空心（1%、5%、12%）	3	B24	单台/100（200）kvar	10
A25	10kV/0.3 Mvar	空心（5%）	3	B25	单台/100（200）kvar	10
A26	10kV/0.3Mvar	铁芯（1%、5%、12%）	8	B26	单台/100（200）kvar	10

编号完毕后，对 5 个批次中各个发包清单的物资进行整理和统计，得到矩阵变量 Bao_1 、 Bao_2 、 Bao_3 、 Bao_4 、 Bao_5 ，每个矩阵的维数为：发包个数×52 种器件，矩阵元素为各个器件的个数。由于以上五个矩阵的数据量比较大，后续处理起来比较麻烦，因此对五个矩阵进行降维。

根据课题提供的信息，在框架式电容器组中，电抗的个数和电容的个数满足

一定的关系：对于空心形式的框架式电容器组，电容：电抗=1:3；对于铁芯形式框架式电容器组，电容：电抗=1:1。基于这些信息，将 Bao_1 、 Bao_2 、 Bao_3 、 Bao_4 、 Bao_5 中的器件进行组合，使矩阵降维。经过分析，2014 年第四批中的货物发包中的器件全部是成套出现，没有单个器件招标的情况，因此可以忽略 Bao_1 、 Bao_2 、 Bao_3 、 Bao_4 、 Bao_5 中存在单个器件的个别货物发包，只对仅包含成套框架式电容器组的发包进行分析。这样，就可以得到降维后的矩阵 Bao_{t1} 、 Bao_{t2} 、 Bao_{t3} 、 Bao_{t4} 、 Bao_{t5} 。每个矩阵的维数为：发包个数×26 种框架式电容组，矩阵元素为框架式电容器组的个数。

采用第二种方法将矩阵 Bao_1 、 Bao_2 、 Bao_3 、 Bao_4 、 Bao_5 降维。从表 4.1 中元器件的限价可知，一些器件的价位相同，甚至不同型号框架式电容器组用的元器件相同，如 A1 和 A3、B1 和 B2。由于每个公司的技术实力相当，投标时更多关注的是价格，因此可以将同等价位的元器件进行适当合并，这不影响每个公司对货物发包的估价。这样，通过精简可以得到降维后的矩阵 Bao_{c1} 、 Bao_{c2} 、 Bao_{c3} 、 Bao_{c4} 、 Bao_{c5} 。每个矩阵的维数为：发包个数×20 元器件，矩阵元素为器件的个数。在实际使用时采用的为第二种处理方法。

4.1.2 各批次投标报价得分数据整理

各批次投标报价中包含大量的数据文件，限于数据文件 Excel 文本中的内容形式，数据文件不变与直接读取，因此，在处理时将数据文件中的投标方及投标报价数额转存到 Txt 文件中，以便于读取。各报价单位的投标报价得分通过给定的区间平均下浮双曲线算法及其参数进行计算。

在处理投标报价文件中，发现存在同一公司命名不同的情况，现将处理说明如下：

- 认定“苏州”、“苏容”和“苏电”为同一投标方；
- 认定“豫电”和“中原”为同一投标方；
- 认定“欣泰”、“丹东”和“丹东欣泰”为同一投标方；
- 认定“库伯”和“库柏”为同一投标方；
- 认定“桂州”和“桂容”为同一投标方；
- 认定“ABB”、“abb”和“西安 abb”为同一投标方。

4.1.3 数据的使用情况说明

在本题材料中，给出了国网 2013 年第五批、2013 年第六批、2014 年第一批、2014 年第二批、2014 年第三批、2014 年第四批等六批材料的货物发包清单，并给出了国网 2013 年第五批、2013 年第六批、2014 年第一批、2014 年第二批、2014 年第三批货物招标过程中各投标方的报价、得分及各包的基准价。为有效利用以上数据，将国网 2013 年第五批、2013 年第六批、2014 年第一批、2014 年第二批的货物清单数据和投标各方的得分数据作为模型建立的基础数据；将 2014 年第三批的货物清单数据和投标各方的得分数据作为验证模型有效性的对比数据；将 2014 年第四批的货物清单数据作为模型的预测数据。图 4.1 中给出题目研究分析中数据的使用情况。

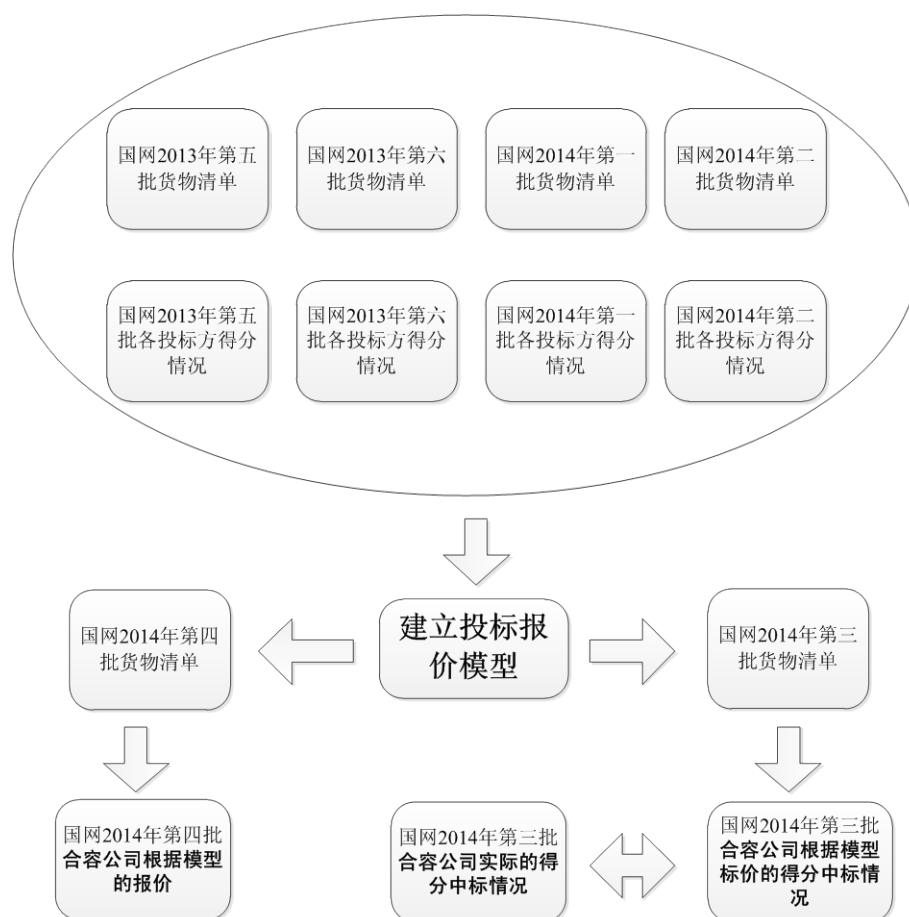


图 4.1 题目研究分析中的数据使用情况

4.2 建立投标报价模型

根据上一章对区间平均下浮双曲线算法的分析可知：当投标报价等于基准价时，投标报价的得分最高。因此，对投标报价的预估实际上是对基准价的预估。在本节中，根据模型建立思路的不同及数据使用方法的不同，建立了三种不同的投标报价预估模型。其中，数据信息提取方法上模型一和模型二采用了最小二乘方法，而模型三采用了神经网络方法。

4.2.1 模型一：模拟各主要投标方报价获得预估基准价的投标报价模型

模型一的基本原理是：基于将国网 2013 年第五批、2013 年第六批、2014 年第一批、2014 年第二批的数据作为建模基础数据，利用数据中各公司的报价估计得到各公司的报价模型，然后利用各公司的报价模型和待求报价包的物质清单，基于评标办法，得到预估的投标报价。图 4.2 中给出了模型一的基本原理图。

模型一的具体操作步骤和数据应用情况如下：

步骤一：得到各批次中的物质清单矩阵和任一投标方的在各个批次中的投标报价向量。

假设同一投标方在对同一批物质进行投标时，对相同器件的价格认定是保持不变的。已知一批货物中有 n 个发包，表示为 bao1 、 bao2 、.....、 baon ，则存在以下方程

$$\begin{matrix} & \mathbf{MatrList}_k & \mathbf{P}_k & \mathbf{Bid}_k \\ \begin{matrix} bao_1 \\ bao_2 \\ \vdots \\ bao_n \end{matrix} & \begin{bmatrix} n_{11} & n_{12} & \cdots & n_{1m} \\ n_{21} & n_{22} & \cdots & n_{2m} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ n_{n1} & n_{n2} & \cdots & n_{nm} \end{bmatrix} & \times \begin{bmatrix} p_1 \\ p_2 \\ \vdots \\ p_m \end{bmatrix} & = \begin{bmatrix} bid_1 \\ bid_2 \\ \vdots \\ bid_n \end{bmatrix}
\end{matrix} \quad (3.4)$$

其中， $\mathbf{MatrList}_k$ 为第 k 批次中的物质清单矩阵，包含 n 个发货包， n_{ij} 为第 i 个发货包 bao_i 中含第 j 种器件的个数， $\mathbf{P}_k$ 为各器件单价向量， $\mathbf{Bid}$ 为投标方的报价矩阵。投标方的投标 $\mathbf{Bid}$ 直接可以该批次中各投标方的投标报价得分数据中分别读取整理得到。 $\mathbf{MatrList}$ 可以从物质清单材料中通过处理得到。 $\mathbf{P}_k$ 为待估计的单价向量。

步骤二：将各批次物质清单矩阵组合成列满秩矩阵

由于各批次中，包的数量都要大于器件的种类个数，即在矩阵 $\mathbf{MatrList}_k$ 中行数大于列数 ($n > m$)。为使用最小二乘求解方程(3.16)时得到的解准确性更高，需矩阵 $\mathbf{MatrList}_k$ 列满秩。

为使矩阵 $\mathbf{MatrList}_k$ 列满秩，假设同一投标方的投标报价模型不变，报价模型对不同批的同一物质的估值相当。将不同批的 $\mathbf{MatrList}_k$ 进行组合，得到列满秩的物质矩阵 $\mathbf{MatrList}_{group}$ 和对应的报价矩阵 $\mathbf{P}_{group}$ 。

$$\mathbf{MatrList}_{group} = \begin{bmatrix} \mathbf{MatrList}_{k_1} \\ \mathbf{MatrList}_{k_2} \\ \mathbf{MatrList}_{k_3} \\ \vdots \end{bmatrix} \quad \mathbf{Bid}_{group} = \begin{bmatrix} \mathbf{Bid}_{k_1} \\ \mathbf{Bid}_{k_2} \\ \mathbf{Bid}_{k_3} \\ \vdots \end{bmatrix} \quad (3.5)$$

$\mathbf{MatrList}$ 为由组合后的各个物质矩阵， $\mathbf{Bid}$ 为组合后的各个报价向量

$$\mathbf{MatrList} = \begin{bmatrix} \mathbf{MatrList}_{group_1} \\ \mathbf{MatrList}_{group_2} \\ \mathbf{MatrList}_{group_3} \\ \vdots \end{bmatrix} \quad \mathbf{Bid} = \begin{bmatrix} \mathbf{Bid}_{group_1} \\ \mathbf{Bid}_{group_2} \\ \mathbf{Bid}_{group_3} \\ \vdots \end{bmatrix} \quad (3.6)$$

步骤三：利用最小二乘方法估计得到各器件的单价

由于(3.4)中方程个数较多，行数大于列数 ($n > m$)，可用最小二乘法求解单价矩阵 $\mathbf{P}_i$

$$\mathbf{P}_a = \left(\mathbf{MatrList}_{group_a}^T \mathbf{MatrList}_{group_a} \right)^{-1} \mathbf{MatrList}_{group_a}^T \cdot \mathbf{Bid}_{group_a} \quad (3.7)$$

根据式(3.7)可以得到式(3.6)中各个组合物质矩阵和报价向量对应的器件单价

$$\mathbf{P} = [\mathbf{P}_1 \quad \mathbf{P}_a \quad \cdots] \quad (3.8)$$

对向量 $\mathbf{P}$ 求均值可以得到预估的器件单价 $\mathbf{P}_{mean}$ 。按照步骤一~步骤三，可以预估得到任一公司的器件单价 $\mathbf{P}_{mean_b}$ ，其中 b 表示“公司 b ”。

步骤四：利用器件单价 $\mathbf{P}_{mean_b}$ 预估各公司的报价

对于某一给定的包 $\mathbf{MatrList}_x$ ，可根据步骤三求得的各个公司的器件单价 $\mathbf{P}_{mean}$ ，求得各公司对该包的报价 $\mathbf{Bid}_x$ 。在模型一种，考虑的投标公司为 17 家主

要的投标方，分别为“顺德”、“桂林”、“合容”、“中原”、“恒顺”、“日新”、“泰开”、“库伯”、“思源”、“永锦”、“上虞”、“苏州”、“赛晶”、“ABB”、“西电”、“新东北”、“欣泰”。

$$\begin{matrix} \mathbf{Bid}_x & \mathbf{MatrList}_x & \mathbf{P}_{mean} \\ [bid_1 \quad bid_2 \quad bid_b \quad \dots] = [M_{n1} \quad M_{n2} \quad \dots \quad M_{nm}] \times [P_{mean_1} \quad P_{mean_2} \quad P_{mean_b} \quad \dots] \end{matrix} \quad (3.9)$$

步骤五：根据评标办法，预估报价

设对某投标方对某一个包 $\mathbf{MatrList}_x$ 的报价为 bid_x ，该包的基准价为 B_x ，要使报价的得分最高，则

$$bid_x = B_x \quad (3.10)$$

根据题目所述可知，报价评标得分是根据区间平均下浮双曲线算法确定的。设该算法为函数为

$$B_x = F(\mathbf{Bid}_0, bid_x, a) \quad (3.11)$$

其中， $\mathbf{Bid}_0$ 为由步骤三计算得到的其他投标方的报价预估； a 下浮系数，为已知。在要求标价得分最高，式(3.10)成立。因此，式(3.11)转变成一个一元一次方程。

$$bid_x = F(\mathbf{Bid}_0, bid_x, a) \quad (3.12)$$

通过求解方程(3.12)，可以得到该公司对该包的投标报价 bid_x 。

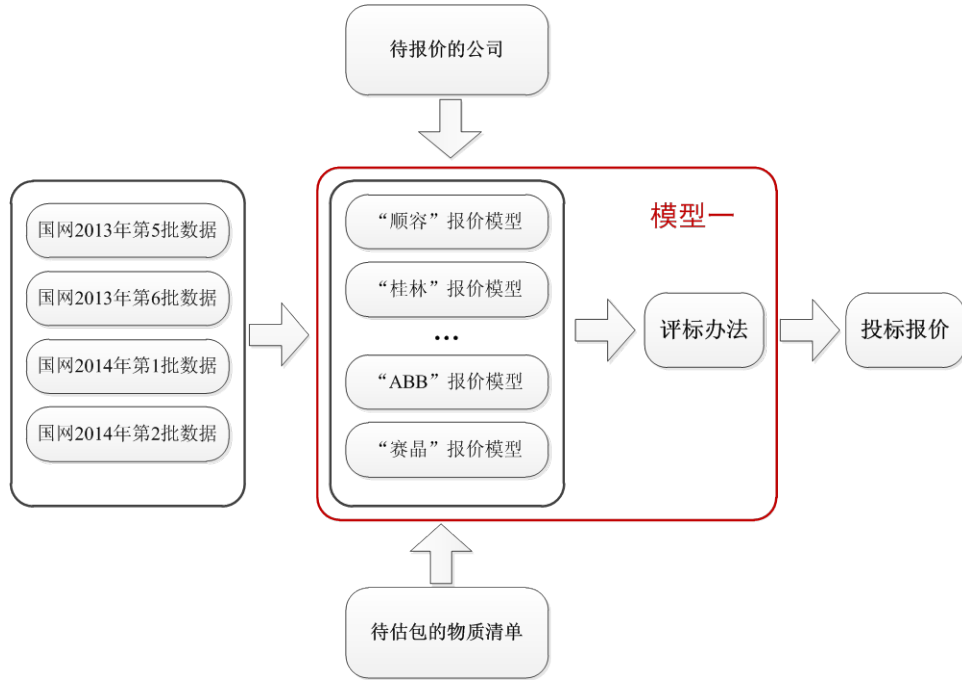


图 4.2 模型一基本原理图

4.2.2 模型二：直接建立基准价模型获得预估基准价的投标报价模型

模型二的基本原理是：基于将国网 2013 年第五批、2013 年第六批、2014 年第一批、2014 年第二批的数据作为建模基础数据，利用数据中各公司的报价计算得到各个批次的基准价，再利用得到各个批次的基准价数据建立基准价模型，然后利用待求报价包的物质清单，基于基准价模型，得到预估的投标报价。图 4.3 给出了模型二的基本原理图。

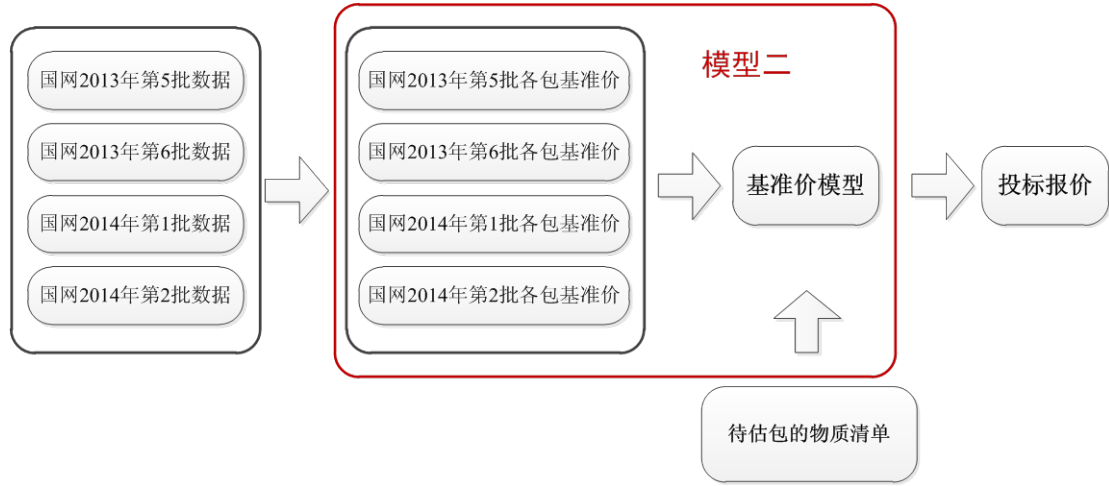


图 4.3 模型二基本原理图

模型二的具体操作步骤和数据应用情况如下：

步骤一：得到各批次中的物质清单矩阵和各批次中各包的基准价向量。

假设同一投标方在对同一批物质进行投标时，对相同器件的价格认定是保持不变的。已知一批货物中有 n 个发包，表示为 bao_1 、 bao_2 、.....、 bao_n ，则存在以下方程

$$\begin{matrix} & \mathbf{MatrList}_k & & \mathbf{P}_k & & \mathbf{B}_k \\ \begin{matrix} bao_1 \\ bao_2 \\ \vdots \\ bao_n \end{matrix} & \begin{bmatrix} n_{11} & n_{12} & \cdots & n_{1m} \\ n_{21} & n_{22} & \cdots & n_{2m} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ n_{n1} & n_{n2} & \cdots & n_{nm} \end{bmatrix} & \times & \begin{bmatrix} p_1 \\ p_2 \\ \vdots \\ p_m \end{bmatrix} & = & \begin{bmatrix} B_1 \\ B_2 \\ \vdots \\ B_n \end{bmatrix} \end{matrix} \quad (3.13)$$

其中， $\mathbf{MatrList}_k$ 为第 k 批次中的物质清单矩阵，包含 n 个发货包， n_{ij} 为第 i 个发货包 bao_i 中含第 j 种器件的个数， $\mathbf{P}_k$ 为各器件单价向量， $\mathbf{B}_k$ 为第 k 批各包的基准价向量。各包的基准价 B_n 可以根据各批次各投标方的报价得分数据，利用区间平均下浮双曲线算法计算得到。 $\mathbf{MatrList}$ 可以从物质清单材料中通过处理得到。 $\mathbf{P}_k$ 为待估计的各器件单价向量。

步骤二：将各批次物质清单矩阵组合成列满秩矩阵

由于各批次中，包的数量都要大于器件的种类个数，即在矩阵 $\mathbf{MatrList}_k$ 中行数大于列数 ($n > m$)。为使用最小二乘求解方程(3.13)时得到的解准确性更高，需矩阵 $\mathbf{MatrList}_k$ 列满秩。对物质清单数据处理的方式与模型一相同。不过模型一中的投标方的报价向量矩阵在模型二中为各批次的基准价向量矩阵。

$$\mathbf{MatrList}_{group} = \begin{bmatrix} \mathbf{MatrList}_{k_1} \\ \mathbf{MatrList}_{k_2} \\ \mathbf{MatrList}_{k_3} \\ \vdots \end{bmatrix} \quad \mathbf{B}_{group} = \begin{bmatrix} \mathbf{B}_{k_1} \\ \mathbf{B}_{k_2} \\ \mathbf{B}_{k_3} \\ \vdots \end{bmatrix} \quad (3.14)$$

$$\text{MatrList} = \begin{bmatrix} \text{MatrList}_{group_1} \\ \text{MatrList}_{group_2} \\ \text{MatrList}_{group_3} \\ \dots \end{bmatrix} \quad \mathbf{B} = \begin{bmatrix} \mathbf{B}_{group_1} \\ \mathbf{B}_{group_2} \\ \mathbf{B}_{group_3} \\ \dots \end{bmatrix} \quad (3.15)$$

步骤三：利用最小二乘方法估计得到各器件的单价

与模型一种的步骤相似，可以最小二乘法求解基准单价矩阵 $\mathbf{P}_a$

$$\mathbf{P}_a = \left(\text{MatrList}_{group_a}^T \text{MatrList}_{group_a} \right)^{-1} \text{MatrList}_{group_a}^T \cdot \mathbf{B}_{group_a} \quad (3.16)$$

根据式(3.7)可以得到式(3.6)中各个组合物质矩阵和报价向量对应的器件单价

$$\mathbf{P} = [\mathbf{P}_1 \quad \mathbf{P}_a \quad \dots] \quad (3.17)$$

对向量 $\mathbf{P}$ 求均值可以得到预估的器件单价 $\mathbf{P}_{mean}$ 。

步骤四：利用器件单价 $\mathbf{P}_{mean}$ ，预估投标报价 bid_x

对于某一给定的包 MatrList_x ，可根据式(3.18)求得其预估的基准价 B_x 。

$$\text{MatrList}_x \quad (3.18)$$

$$B_x = [M_{n1} \quad M_{n2} \quad \dots \quad M_{nm}] \times \mathbf{P}_{mean}$$

要使报价的得分最高，则投标报价

$$\text{bid}_x = B_x \quad (3.19)$$

4.2.3 模型三：基于神经网络的投标报价模型

模型三的基本原理相同，都是通过模拟其他公司的投标模型来确定决策最终本公司的报价。但与模型一不同的是，基于神经网络的报价模型采用了神经网络来模拟其他公司的投标报价模型而非采用最小二乘估计。

模型三的具体操作步骤和数据应用情况如下：

步骤一：建立神经网络，训练得到各个公司的投标报价模型。

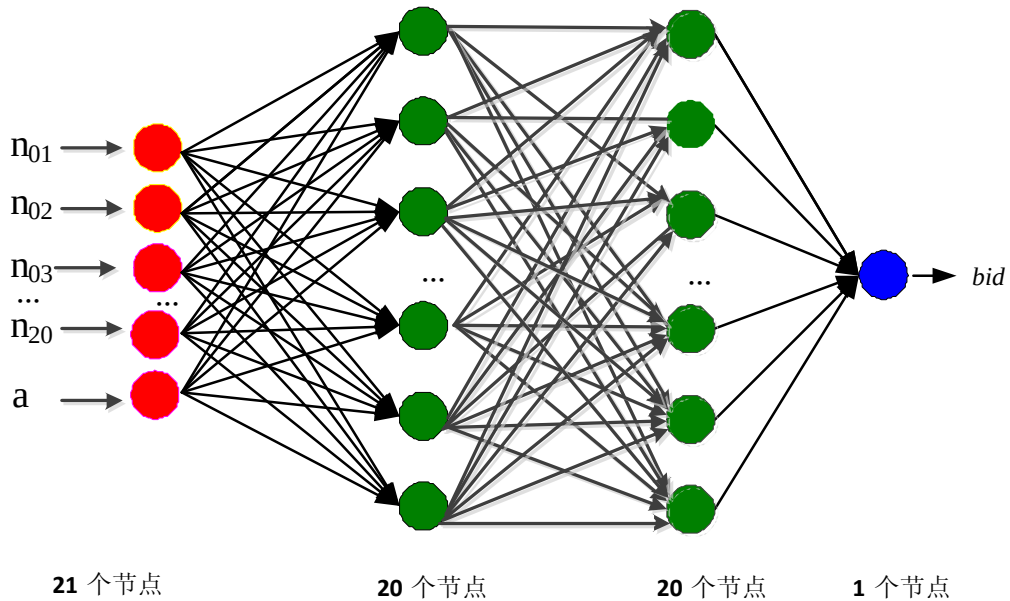


图 4.4 神经网络结构

采用 BP 神经网络对单个公司的估价进行预测，模拟投标对手的竞标价格，进而决策本公司的投标报价。神经网络输入与输出的具体选取是十分关键的。为了降低网络复杂程度以提高网络性能，神经网络的输入为货物发包 baoc 的 20 个器件 $[n_1, n_2, \dots, n_{20}]$ 和下浮指数 a ，共 21 个输入节点，网络的输出为发包的价格 bid ，只需一个输出节点。经过仿真分析，隐含层两层，都设定为 20 个节点。神经网络结构如图 4.4 所示。

神经网络训练实际上就是基于由输入数据及相应期望输出数据构成的训练样本，确定网络权重和阈值的过程。训练样本应能提供充分的信息。单批货物的发包个数不能达到良好的训练效果，因此将以往五批货物的发包组合在一起，构成训练样本。

训练好的神经网络应具备较好的泛化能力，能实现较好模拟任一公司报价模型，预估该公司的报价。

步骤二：根据评标办法，预估报价。

基于神经网络的投标报价模型的步骤二与模型一的步骤五相同。

5 模型有效性验证与应用

上一章中，我们建立了国家电网电容器投标报价的模型，为进一步验证模型建立的有效性，本章将基于题目中所给出的数据进行仿真验证分析，并根据题目要求给出合容电气对 2014 年第四批中指定各包的具体报价。

5.1 模型有效性分析与验证

5.1.1 基于模型报价的合容公司得分情况分析

根据题目中的说明，认为各厂家在技术和商务方面实力相当，只考虑通过合理报价提高得分以获得中标。因此，报价得分在招标活动中具有举足轻重的地位，报价得分也是评价模型的关键指标。

在分析基于模型的报价的得分情况时，根据国网 2014 年第三批的货物清单，基于模型得到国网 2014 年第三批中各包的报价，并用此报价替换合容公司在此批次中各包的实际报价，重新计算各包的基准价及投标各方的报价得分，并比较各方的得分情况。

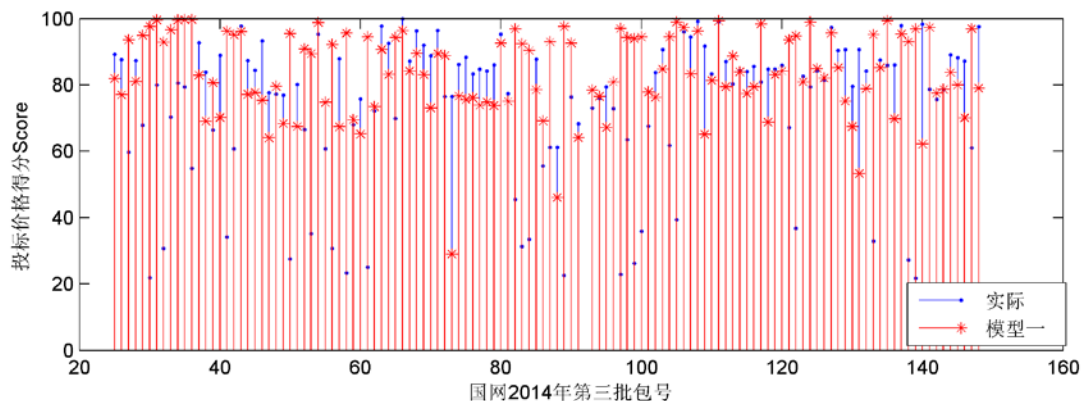


图 5.1 国网 2014 年第三批合容公司基于模型一报价和实际的得分情况

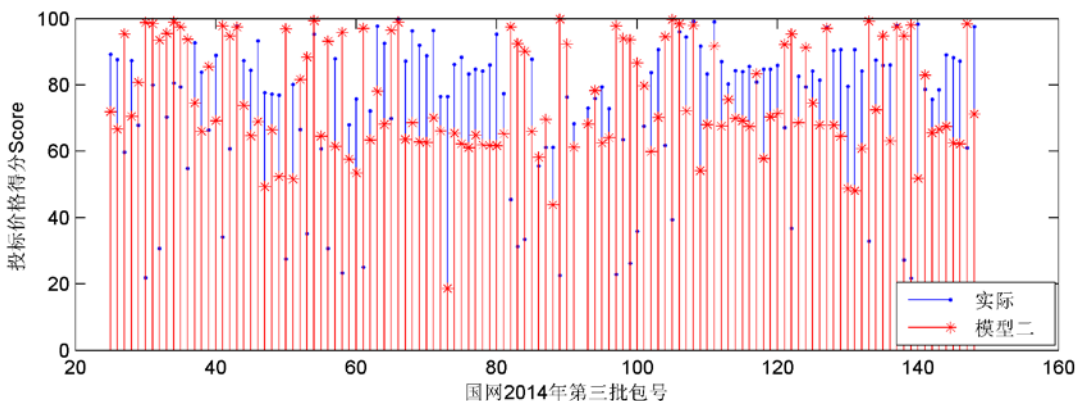


图 5.2 国网 2014 年第三批合容公司基于模型二报价和实际的报价得分情况

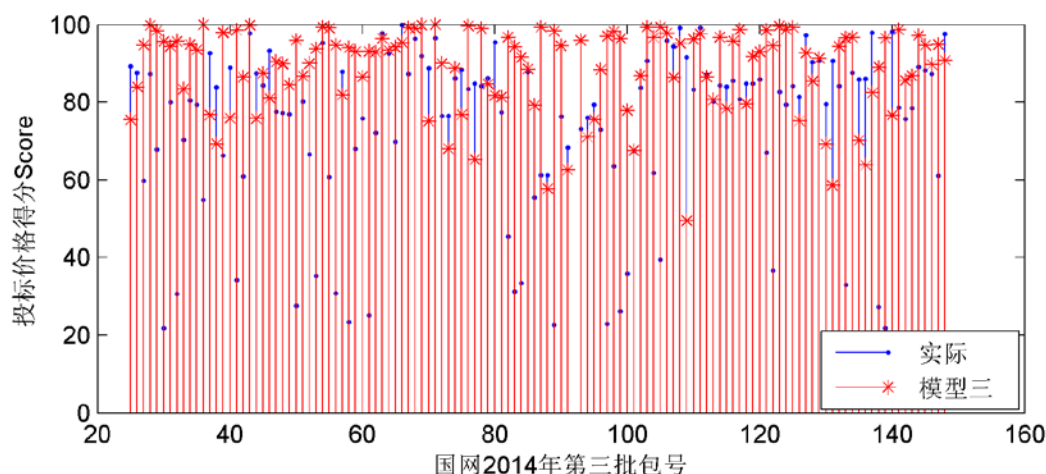


图 5.3 国网 2014 年第三批合容公司基于模型三报价和实际的报价得分情况

图 5.1、图 5.2 和图 5.3 分别给出合容公司采用模型一、模型二和模型三报价的报价得分与实际合容公司报价得分的对比图。从图中可以看到，合容公司采用模型一、模型二和模型三报价后，报价得分都要优于合容公司实际的报价得分。此外，从结果上看，模型三的结果最好，模型一次之，模型二相对较差。表 5.1 中给出了合容公司采用模型一、模型二和模型三报价的报价得分与实际合容公司报价得分的统计结果。从表中给出了各种报价模型下的均值、90 分以上得分次数、95 分以上得分次数的统计结果。从三个参数的统计结果中来看，模型三的结果是最好的，模型一次之，模型二再次之。

表 5.1 国网 2014 年第三批货物基于三种模型报价下的报价得分结果统计

参数	实际	模型一	模型二	模型三
均值	73.61	83.66	75.95	88.74
90 分以上次数	24	49	41	72
95 分以上次数	14	28	26	45

5.1.2 基于模型报价的合容公司中标情况分析

在招投标活动中，投标的目的在于即在于中标。因此，基于模型报价后的中标情况是反映报价模型优劣的重要方面。在国家电网招标活动中，采用综合评标法进行评标，即在评标中，技术、价格、商务各占 30%、60%、10%得分。根据题目要求，认为各厂家在技术和商务方面实力相当，只考虑通过合理报价提高得分以获得中标。

在分析基于模型报价的中标情况时，根据国网 2014 年第三批的货物清单，基于模型得到国网 2014 年第三批中各包的报价，并用此报价替换合容公司在此批次中各包的实际报价，重新计算各包的基准价及投标各方的报价得分，并认为报价得分最高者中标。

图 5.4、图 5.6、图 5.8 和图 5.10 分别给出了国网 2014 年第三批货物招标过程中投标各方实际的中标个数统计结果和合容公司分别采用模型一、模型二、模型三进行投标报价后各投标方的中标个数统计结果图。图 5.5、图 5.7、图 5.9 和图 5.11 分别给出了国网 2014 年第三批货物招标过程中投标各方实际的中标比率

统计结果和合容公司分别采用模型一、模型二、模型三进行投标报价后各投标方的中标比率结果图。从图 5.4~图 5.11 中的结果中可以明显看到：

- 当某一投标方改变投标策略后，将影响到其他投标方的中标结果和中标比率；
- 合容公司在采用模型一、模型二和模型三投标报价后，中标个数和中标比率都有明显的提高；
- 表 5.2 中的中标统计结果来看，根据模型三报价的的中标率最高、模型一次之，模型二再次之。

表 5.2 国网 2014 年第三批货物在三种模型报价下中标结果统计

参数	实际	模型一	模型二	模型三
中标次数	2	10	6	13
中标比率	1.63%	8.13%	4.88%	10.57%

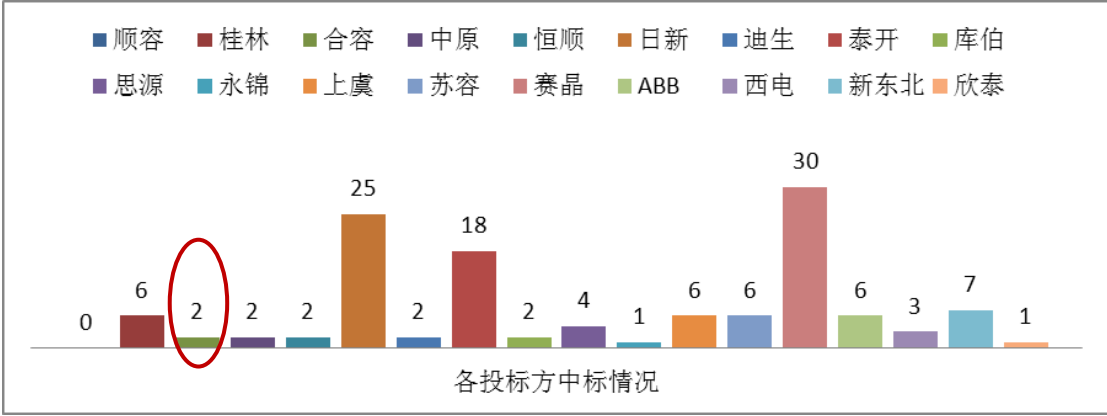


图 5.4 国网 2014 年第三批货物的各投标方实际中标数量统计情况

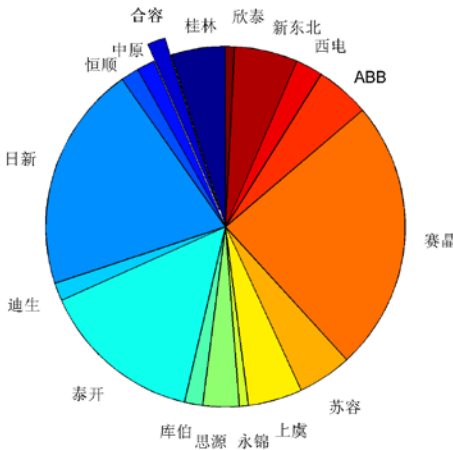


图 5.5 国网 2014 年第三批货物的各投标方实际中标比率情况

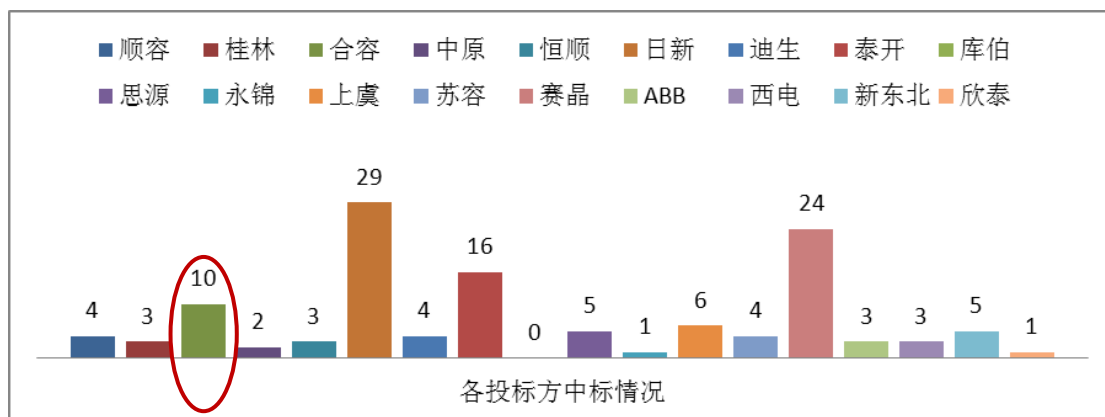


图 5.6 国网 2014 年第三批合容公司基于模型一报价后各投标方中标数量统计情况

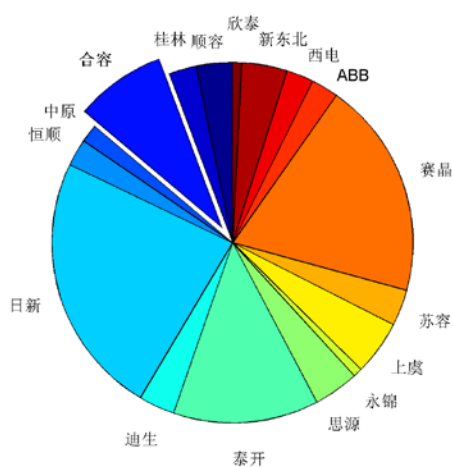


图 5.7 国网 2014 年第三批货物合容公司基于模型一报价后各投标方中标比率情况

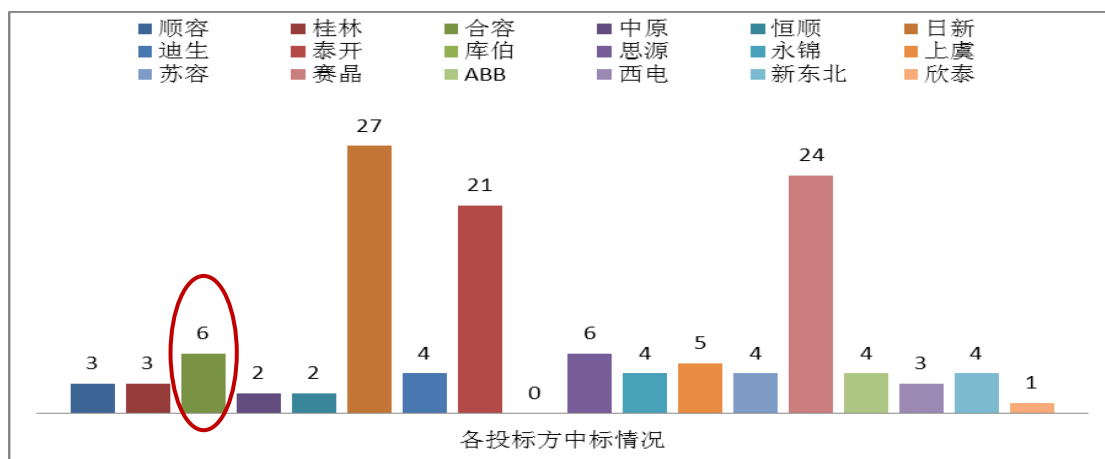


图 5.8 国网 2014 年第三批合容公司基于模型二报价后各投标方中标数量统计情况

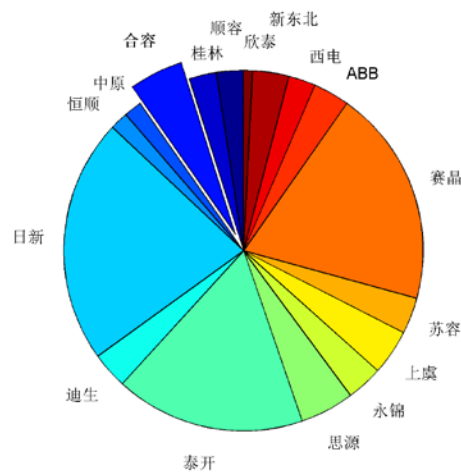


图 5.9 国网 2014 年第三批货物合容公司基于模型二报价后各投标方中标比率情况

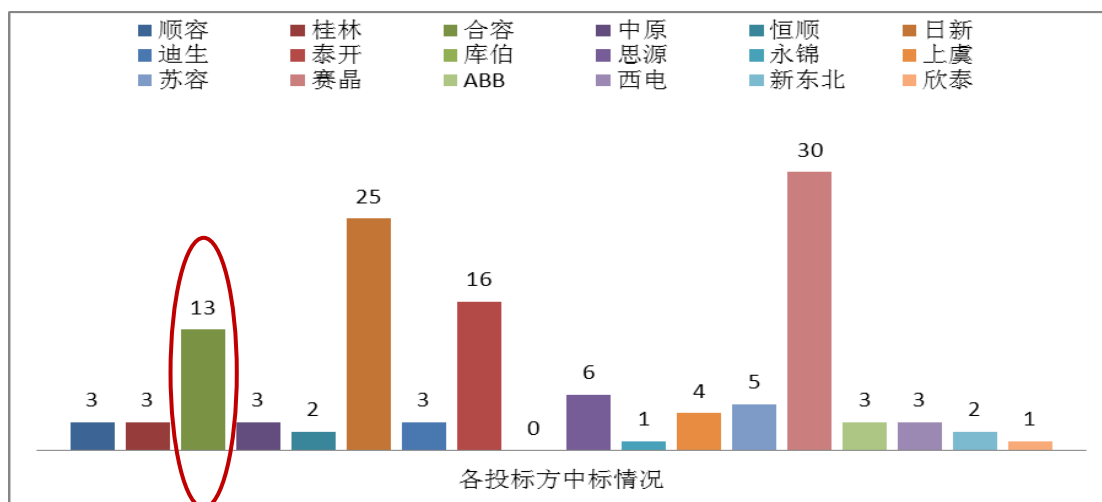


图 5.10 国网 2014 年第三批合容公司基于模型三报价后各投标方中标数量统计情况

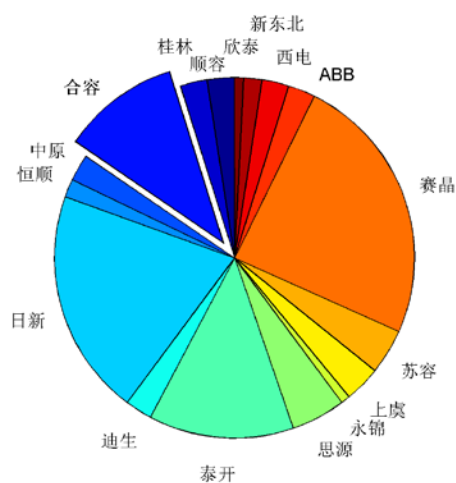


图 5.11 国网 2014 年第三批货物合容公司基于模型三报价后各投标方中标比率情况

5.2 基于模型的投标报价预估

在本章上一节中已经评估了三种模型的性能，本节将基于上述三种模型对国网 2014 年第四批货物中的包 24，包 29，包 41，包 42，包 57，包 62，包 66，包 71，包 74，包 76，包 84，包 87 等进行报价预估。根据给出的 2014 年第四批货物清单及表 4.1 设定的物质编号，表 5.3 给出了以上各包中的物质情况。

根据模型一、模型二和模型三的基本原理及国网 2014 年第四批货物中的包 24，包 29，包 41，包 42，包 57，包 62，包 66，包 71，包 74，包 76，包 84，包 87 中的物质类型，表 5.4、表 5.5 和表 5.6 中分别给出了基于三种模型的各包的报价情况。

表 5.3 国网 2014 年第四批待估报价包中的物质情况

包号	物质编号	包号	物质编号
包 24	B11 (3 个)、B15 (3 个)、 B17 (1 个)、A11 (3 个)、 A12 (2 个)、A15 (3 个)、 A16 (2 个)、A17 (3 个)	包 66	B3 (4 个)、B11 (1 个)、 B15 (1 个)、B22 (1 个)、 A3 (12 个)、A11 (3 个)、 A15 (3 个)、A22 (3 个)
包 29	B5 (1 个)、B13 (1 个)、 B17 (1 个)、B19 (2 个)、 B22 (2 个)、B24 (1 个)、 A6 (1 个)、A14 (1 个)、 A18 (1 个)、A19 (6 个)、 A22 (6 个)、A24 (3 个)	包 71	B17 (2 个)、B19 (5 个)、 B22 (3 个)、A17 (6 个)、 A19 (15 个)、A22 (9 个)
包 41	B5 (4 个)、B11 (1 个)、 A5 (12 个)、A11 (3 个)	包 74	B22 (3 个)、A22 (9 个)
包 42	B9 (2 个)、B22 (8 个)、 A7 (6 个)、A22 (18 个)、 A23 (2 个)	包 76	B11 (2 个)、B15 (2 个)、 B17 (5 个)、A12 (2 个)、 A16 (2 个)、A17 (6 个)、 A18 (3 个)
包 57	B5 (7 个)、B17 (1 个)、 A6 (7 个)、A18 (1 个)	包 84	B9 (4 个)、B13 (2 个)、 B17 (4 个)、A8 (4 个)、 A14 (2 个)、A18 (4 个)
包 62	B11 (1 个)、B15 (1 个)、 B22 (6 个)、A11 (3 个)、 A15 (3 个)、B22 (18 个)	包 87	B9 (4 个)、B13 (4 个)、 B17 (4 个)、A8 (4 个)、 A14 (4 个)、A18 (4 个)

表 5.4 国网 2014 年第四批中待求包基于模型一的报价估计

包号	报价 (万元)	包号	报价 (万元)
包 24	94.1572	包 66	119.3007
包 29	80.9239	包 71	89.5837
包 41	80.9250	包 74	21.5449
包 42	71.4076	包 76	115.9549
包 57	143.2270	包 84	111.9498
包 62	68.4063	包 87	134.4990

表 5.5 国网 2014 年第四批中待求包基于模型二的报价估计

包号	报价（万元）	包号	报价（万元）
包 24	101.6638	包 66	123.5788
包 29	87.6843	包 71	99.6018
包 41	85.7558	包 74	24.7668
包 42	84.5435	包 76	126.5273
包 57	146.1006	包 84	119.7375
包 62	76.2732	包 87	143.351

表 5.6 国网 2014 年第四批中待求包基于模型三的报价估计

包号	报价（万元）	包号	报价（万元）
包 24	89.6780	包 66	121.2207
包 29	79.9564	包 71	82.6128
包 41	81.6688	包 74	55.0852
包 42	83.4218	包 76	106.3015
包 57	151.3153	包 84	98.5688
包 62	75.8776	包 87	114.0643

6 总结

本文中对国家电网电容器的投标报价策略展开研究, 根据国家电网评标办法, 以报价得分最优为目标建立了三种投标报价模型, 并通过数学仿真分析, 验证了三种投标报价模型的性能。研究发现, 采用现有的招投标办法存在以下特点:

- (1) 招标方通过评标得分确定中标单位, 评标得分由技术、价格和商务三部分组成, 各占 30%、60%和 10%;
- (2) 招标方规定了最高限价, 投标方在限价内竞价投标。投标报价得分的最高点为基准价, 基准价由投标各方的投标价决定;
- (3) 每批物质划分为很多包, 以包为单位进行统一招标。

采用现有的招标方法, 能将投标方各方面的实力纳入评估范围, 在可接受的价格范围内找到合适的投标人。但与此同时, 该招标策略不可避免的存在一些弊端:

- (1) 由于占评标总分 60%的报价得分是由各投标方的报价确定, 使得一些在造价方面存在优势的投标企业在投标报价上缺乏自主权, 难以发挥优势, 存在浪费优势企业生产能力的可能; 其次, 由于报价得分由各投标方的报价确定, 可能引导企业在投标报价时将重心放在获取竞争对手的报价上, 甚至可能导致“串标”现象; 最后, 该投标报价得分算法不符合招标人利益最大原则, 会造成不义必要的国家资产浪费。
- (2) 招标方规定了最高限价, 却无最低报价的限制。存在投标方为追求中标, 过分压低报价, 致使难以生产出满足要求器件的可能;

对于招标方, 我们建议在招标时设定投标最低价, 并进一步完善投标报价得分算法, 产生正确的投标导向, 避免不必要的国家资产浪费。

对于投标方, 我们建议进一步加强自身的技术进步, 提高自身的在技术得分上的优势; 在投标报价上充分了解竞争对手和市场的信息, 在深入挖掘以往投标报价信息的基础上建立投标报价模型, 以提高自身投标报价得分和中标率。

参考文献

- [1] 金永彬. 我国招投标的发展现状及分析[J]. 山西建筑, 34(24): 251-252, 2008.
- [2] 胡珊. 中国招投标的发展趋势[J]. 商贸与消费.
- [3] 周锦瑜. 我国招投标发展现状及对策探讨[J]. 商业现代化, 631: 219-220, 2010.
- [4] 刘长华. 浅谈工程投标策略和报价技巧[J]. 云南水力发电, 19(3): 93-94, 2003.
- [5] 周守波. 电力工程建设中的招标投标探讨[J]. 现代经济信息.
- [6] 文福拴, A. K. David. 电力市场中的投标策略[J]. 电力系统自动化, 2000.
- [7] 赵嵘. 论电力招投标中存在的问题及对策[J]. 中国电力教育, 6: 224-225, 2014.
- [8] Zhigang Zhang, Guangwen Ma. Strategic Bidding Model for Power Generation Company Based on Repast Platform[J]. Journal of Systems Science and Information, , 6(4): 381-388 2008.
- [9] 方德斌, 王先甲, 张玉新, 刘坤, 周晓熙. 电力市场环境下发电公司投标智能决策支持系统[J]. 电网技术, 27(11): 38-42, 2003.
- [10] 管晓宏, 赖菲. 电力市场中电力供应商竞标策略的选择[J]. 电力系统自动化, 24(11): 10-14, 2000.

附录

模型一和模型三程序

以下各程序在MATLAB2010b环境下编写及运行。

一、主函数程序

```
%% 1.数据处理
% 读入包材料组成数据，生成矩阵
    Get_Bao_Data;
% 对投标数据进行整理，按包号从小到大排列
    SortOrderBid;
% 降维方法一，用套装表示各个包。将包数据的物质组成套，比例分别空心1:3,铁芯1:1。
    TransformToTao;
% 降维方法二，用较少的材料表示各个包。合并同等价位的电抗或者电容
    Get_BaoCut;
% 载入待投标的发包
load('Bao_14_4x');
%% 2.投标方案一：基于最小二乘法
    Bid2014=Get_AvrPrice(Bao_14_4x);    %得到每个公司的报价组合
% 求解每个公司的平均报价
    for k=1:16
        SUM=0;
        for i=1:20
            SUM=SUM+Bid2014{k,2}{i,2};
        end
        BaoNum    = SUM(:,1)/20;
        AVE(:,k)= SUM(:,2)/20;
    end
    SUM=0;
    for i=1:9
        SUM=SUM+Bid2014{17,2}{i,2};
    end
    AVE(:,17)= SUM(:,2)/9;
    AVE=[BaoNum,AVE];
% 计算基准价格
```

```

Index_a=0.1;
Index_m=0.3;
Index_n=2;
StdPrice=GetScoreMat(AVE,Index_a,Index_m,Index_n);%,BidData_14_3
%% 3.投标方案二：基于神经网络估价
Bid2014BP=PricebyBPnet(Bao_14_3x); %利用BP网络得到每个公司的报价
% 数据整理
for k=1:17
    EstPrice(:,k)=Bid2014BP{k,2}(:,2);
end
EstPrice=[Bao_14_3x(:,1),EstPrice];
% 计算基准价格
Index_a=0.1;
Index_m=0.3;
Index_n=2;
StdPrice2=GetScoreMat(EstPrice,Index_a,Index_m,Index_n);

```

二、采用最小二乘法求解各公司的估价

```

function Bid2014=Get_AvrPrice(Bao_14_4x)
%% 采用最小二乘法计算各个公司对2014年第四批的平均投标
% 载入往年各公司的报价以及各批次货物的货物发包
load('BidData_13_5');
load('BidData_13_6');
load('BidData_14_1');
load('BidData_14_2');
load('BidData_14_3');
load('Bao_13_5x');
load('Bao_13_6x');
load('Bao_14_1x');
load('Bao_14_2x');
load('Bao_14_3x');
BidData={ BidData_13_5{1:end-1,3};BidData_13_6{:,3};BidData_14_1{1:end-1,3};BidData_14_2{1:end-1,3};BidData_14_3{1:end-1,3}}';
% 1~17个公司，此步使矩阵行数相等

```

```

for j=1:17
    % 剔除没有价格的发包，使发包个数与发包价格的数量一致
    Bao1=Del_Bao(Bao_13_5x,BidData_13_5{j,2});
    Bao2=Del_Bao(Bao_13_6x,BidData_13_6{j,2});
    Bao3=Del_Bao(Bao_14_1x,BidData_14_1{j,2});
    Bao4=Del_Bao(Bao_14_2x,BidData_14_2{j,2});
    Bao5=Del_Bao(Bao_14_3x,BidData_14_3{j,2});
    BaoAll={Bao1(:,2:end),Bao2(:,2:end),Bao3(:,2:end),Bao4(:,2:end),Bao5(:,2:end)};
    [NumM,BaoM]=Find_ManZhi(BaoAll);          % 从5个批次中寻找满秩的批次组合
    % 对每个组合使用最小二乘法，求出发包元素的单价
    for i=1:length(BaoM)
        BAO=BaoM{i};
        Bid=[BidData{j,NumM{i}(1)},BidData{j,NumM{i}(2)}]';
        if length(NumM{i})==3
            Bid=[Bid',BidData{j,NumM{i}(3)}]';
        elseif length(NumM{i})==4
            Bid=[Bid',BidData{j,NumM{i}(3)},BidData{j,NumM{i}(4)}]';
        elseif length(NumM{i})==5
            Bid=[Bid',BidData{j,NumM{i}(3)},BidData{j,NumM{i}(4)},
                BidData{j,NumM{i}(5)}]';
        end
        Price=(BAO'*BAO)^-1*BAO'*Bid;    % 最小二乘法公式求出元素单价
        Bid_14_4=Bao_14_4x(:,2:end)*Price;    % 对货物进行估价
        BidNew{i,1}=NumM{i};
        BidNew{i,2}=[Bao_14_4x(:,1),Bid_14_4];
    End
    % 储存数据
    Bid2014{j,1}=BidData_13_5{j,1};
    Bid2014{j,2}=BidNew;
end

```

三、神经网络模拟各公司投标

```
function Bid2014=PricebyBPnet(Baox)
```

```
% 读入样本以及测试数据
```

```

load('BidData_13_5');
load('BidData_13_6');
load('BidData_14_1');
load('BidData_14_2');
load('BidData_14_3');
load('Bao_13_5x');
load('Bao_13_6x');
load('Bao_14_1x');
load('Bao_14_2x');
load('Bao_14_3x');
% 1~17个公司，此步使矩阵行数相等
for j=1:17
    % 剔除没有价格的发包，使发包个数与发包价格的数量一致
    [Bao1,BidData1]=Del_Bao( Bao_13_5x,BidData_13_5{j,2:3});
    [Bao2,BidData2]=Del_Bao( Bao_13_6x,BidData_13_6{j,2:3});
    [Bao3,BidData3]=Del_Bao( Bao_14_1x,BidData_14_1{j,2:3});
    [Bao4,BidData4]=Del_Bao( Bao_14_2x,BidData_14_2{j,2:3});
    [Bao5,BidData5]=Del_Bao( Bao_14_3x,BidData_14_3{j,2:3});
    BidData=[BidData1,BidData2,BidData3,BidData4,BidData5]; %顺序排列发包的价格
    % 所有包顺序排列，同时加入下浮系数
    BaoAll=[0.05*ones(length(Bao1(:,1)),1),Bao1(:,2:end);0.05*ones(length(Bao2(:,1)),1),Bao2(:,
    2:end);.03*ones(length(Bao3(:,1)),1),Bao3(:,2:end);0.05*ones(length(Bao4(:,1)),1),Bao4(:,2:e
    nd);0.1*ones(length(Bao5(:,1)),1),Bao5(:,2:end);0.05*ones(length(Bao4(:,1)),1),Bao4(:,2:end)
    ;0.1*ones(length(Bao5(:,1)),1),Bao5(:,2:end)];
    % 创建并训练神经网络
    netbao1=createnn(BaoAll',BidData);
    BidNew=sim(netbao1,[0.1*ones(length(Baox(:,1)),1),Baox(:,2:end)]'); %利用神经网络投标
    Bid2014{j,1}=BidData_13_5{j,1}; % 储存数据
    Bid2014{j,2}=[Baox(:,1),BidNew'];
end

```

四、神经网络的设计

```
function net = createnn(P,T)
```

```
% 创建BP神经网络并训练
```

```

[R,Q] = size(P);
[S,Q] = size(T);
% 创建BP网络，两个隐含层，每个隐含层的神经节点为20
net = newff(R, S,[20 20],{'logsig' 'logsig'},'traingd');
% 训练网络的设置项
net.performFcn = 'sse';
net.trainFcn = 'trainlm';
net.trainParam.min_grad=1e-10;
net.trainParam.mc = 0.95;
net.trainParam.show = 50;
%net.trainParam.lr = 0.2;
net.trainParam.epochs =2000;
net.trainParam.goal = 0.005e-1;
[net,tr] = train(net,P,T); % 训练网络

```

模型二程序

以下各程序在MATLAB2010b环境下编写及运行。

一、主函数程序

```

function main
%% 程序运行
clc;
clear;
close all;
%% 全局变量
global IsReLoadData Index_a_13_5 Index_a_13_6 Index_a_14_1 Index_a_14_2
Index_a_14_3 Index_a_14_4
global Index_m_13_5 Index_m_13_6 Index_m_14_1 Index_m_14_2 Index_m_14_3
Index_m_14_4
global Index_n_13_5 Index_n_13_6 Index_n_14_1 Index_n_14_2 Index_n_14_3
Index_n_14_4
Index_a_13_5 = 0.05; Index_m_13_5 = 0.6; Index_n_13_5 = 1.5;
Index_a_13_6 = 0.05; Index_m_13_6 = 0.6; Index_n_13_6 = 1.5;
Index_a_14_1 = 0.03; Index_m_14_1 = 0.6; Index_n_14_1 = 1.5;
Index_a_14_2 = 0.05; Index_m_14_2 = 0.6; Index_n_14_2 = 1.5;
Index_a_14_3 = 0.1; Index_m_14_3 = 0.3; Index_n_14_3 = 2.0;
Index_a_14_4 = 0.1; Index_m_14_4 = 0.3; Index_n_14_4 = 2.0;
%% 开关控制键

```



```

IsReLoadData = 0;

%% 路径加载
addpath(genpath('.\Input'));

%% 数据输入
DataInput()

%% 数据分析
DataAnalysis()

```

二、数据输入程序

```

function DataInput()
%% 参数全局化
global IsReLoadData
global BidData_13_6 BidData_14_1 BidData_14_2 BidData_14_3 BidData_13_5
global Data_Bao_13_5 Data_Bao_13_6 Data_Bao_14_1 Data_Bao_14_2 Data_Bao_14_3
Data_Bao_14_4

%% 物质数据输入
Data_Bao_13_5 = importdata('.\Input\各批次中物质情况\Bao_13_5.mat');
Data_Bao_13_6 = importdata('.\Input\各批次中物质情况\Bao_13_6.mat');
Data_Bao_14_1 = importdata('.\Input\各批次中物质情况\Bao_14_1.mat');
Data_Bao_14_2 = importdata('.\Input\各批次中物质情况\Bao_14_2.mat');
Data_Bao_14_3 = importdata('.\Input\各批次中物质情况\Bao_14_3.mat');
Data_Bao_14_4 = importdata('.\Input\各批次中物质情况\Bao_14_4.mat');

%% 各公司投标报价数据输入
if(IsReLoadData)
    %国网2013年第六批
    Bao_Num = Data_Bao_13_6(:,1);
    Num = length(Bao_Num);
    Data_Bid = {};
    for cnt1=1:Num
        FilePath = ['.\Input\国网2013年第六批\',num2str(Bao_Num(cnt1)),'.txt'];
        Data_tmp = importdata(FilePath);
    end
end

```

```

Data_BidPrice = Data_tmp.data;
Data_BidCompany = Data_tmp.textdata;
Num_tmp1 = length(Data_BidPrice);
if(cnt1==1)
    Data_Bid = Data_BidCompany;
    for cnt2 = 1:Num_tmp1
        Data_Bid{cnt2,2} = Bao_Num(cnt1);
        Data_Bid{cnt2,3} = Data_BidPrice(cnt2);
    end
else
    for cnt2 = 1:Num_tmp1
        Num_tmp2 = size(Data_Bid,1);
        Count = 0;
        for cnt3 = 1:Num_tmp2
            NameLength = length(Data_BidCompany{cnt2});
            NameLength0 = length(Data_Bid{cnt3,1});
            if(NameLength==NameLength0)
                if(Data_Bid{cnt3,1}==Data_BidCompany{cnt2})
                    Count = cnt3;
                end
            end
        end
        if(Count == 0)
            Data_Bid{Num_tmp2+1,1} = Data_BidCompany{cnt2};
            Data_Bid{Num_tmp2+1,2} = Bao_Num(cnt1);
            Data_Bid{Num_tmp2+1,3} = Data_BidPrice(cnt2);
        else
            Data_Bid{Count,2} = [Data_Bid{Count,2} Bao_Num(cnt1)];
            Data_Bid{Count,3} = [Data_Bid{Count,3} Data_BidPrice(cnt2)];
        end
    end
end
end
end
% 桂林和桂容为同一家公司
Data_Bid{2,2}=[Data_Bid{2,2} Data_Bid{19,2}];

```

```

Data_Bid{2,3}=[Data_Bid{2,3} Data_Bid{19,3}];
% 库伯和库柏为同一家公司
Data_Bid{8,2}=[Data_Bid{8,2} Data_Bid{20,2}];
Data_Bid{8,3}=[Data_Bid{8,3} Data_Bid{20,3}];
% 苏州和苏容为同一家公司
Data_Bid{12,2}=[Data_Bid{12,2} Data_Bid{21,2}];
Data_Bid{12,3}=[Data_Bid{12,3} Data_Bid{21,3}];
% 中原和豫电为同一家公司
Data_Bid{4,2}=[Data_Bid{4,2} Data_Bid{22,2}];
Data_Bid{4,3}=[Data_Bid{4,3} Data_Bid{22,3}];
%删除胞元
Data_Bid(19:22,:)=[];
%对包号进行重新排序
[Data_Bid{2,2},PosSort] = sort(Data_Bid{2,2});
Data_Bid{2,3} = Data_Bid{2,3}(PosSort);
[Data_Bid{8,2},PosSort] = sort(Data_Bid{8,2});
Data_Bid{8,3} = Data_Bid{8,3}(PosSort);
[Data_Bid{12,2},PosSort] = sort(Data_Bid{12,2});
Data_Bid{12,3} = Data_Bid{12,3}(PosSort);
[Data_Bid{4,2},PosSort] = sort(Data_Bid{4,2});
Data_Bid{4,3} = Data_Bid{4,3}(PosSort);
BidData_13_6 = Data_Bid;

%国网2013年第五批
Bao_Num = Data_Bao_13_5(:,1);
Num = length(Bao_Num);
Data_Bid = {};
for cnt1=1:Num
    FilePath = ['.Input\国网2013年第五批\',num2str(Bao_Num(cnt1)),'.txt'];
    Data_tmp = importdata(FilePath);
    Data_BidPrice = Data_tmp.data;
    Data_BidCompany = Data_tmp.textdata;
    Num_tmp1 = length(Data_BidPrice);
    if(cnt1==1)
        Data_Bid = Data_BidCompany;
    end
end

```

```

        for cnt2 = 1:Num_tmp1
            Data_Bid{cnt2,2} = Bao_Num(cnt1);
            Data_Bid{cnt2,3} = Data_BidPrice(cnt2);
        end
    else
        for cnt2 = 1:Num_tmp1
            Num_tmp2 = size(Data_Bid,1);
            Count = 0;
            for cnt3 = 1:Num_tmp2
                NameLength = length(Data_BidCompany{cnt2});
                NameLength0 = length(Data_Bid{cnt3,1});
                if(NameLength==NameLength0)
                    if(Data_Bid{cnt3,1}==Data_BidCompany{cnt2})
                        Count = cnt3;
                    end
                end
            end
            if(Count == 0)
                Data_Bid{Num_tmp2+1,1} = Data_BidCompany{cnt2};
                Data_Bid{Num_tmp2+1,2} = Bao_Num(cnt1);
                Data_Bid{Num_tmp2+1,3} = Data_BidPrice(cnt2);
            else
                Data_Bid{Count,2} = [Data_Bid{Count,2} Bao_Num(cnt1)];
                Data_Bid{Count,3} = [Data_Bid{Count,3} Data_BidPrice(cnt2)];
            end
        end
    end
end

end

% 桂林和桂容为同一家公司
Data_Bid{2,2}=[Data_Bid{2,2} Data_Bid{18,2}];
Data_Bid{2,3}=[Data_Bid{2,3} Data_Bid{18,3}];

% 库伯和库柏为同一家公司
Data_Bid{9,2}=[Data_Bid{9,2} Data_Bid{20,2}];
Data_Bid{9,3}=[Data_Bid{9,3} Data_Bid{20,3}];

% 苏州和苏容为同一家公司

```

```

Data_Bid{13,2}=[Data_Bid{13,2} Data_Bid{21,2}];
Data_Bid{13,3}=[Data_Bid{13,3} Data_Bid{21,3}];
%赛晶和赛晶为同一家公司
Data_Bid{14,2}=[Data_Bid{14,2} Data_Bid{22,2}];
Data_Bid{14,3}=[Data_Bid{14,3} Data_Bid{22,3}];
%中原和豫电为同一家公司
Data_Bid{4,2}=[Data_Bid{4,2} Data_Bid{24,2}];
Data_Bid{4,3}=[Data_Bid{4,3} Data_Bid{24,3}];
%删除胞元
Data_Bid(18:24,:)=[];
%对包号进行重新排序
[Data_Bid{2,2},PosSort] = sort(Data_Bid{2,2});
Data_Bid{2,3} = Data_Bid{2,3}(PosSort);
[Data_Bid{9,2},PosSort] = sort(Data_Bid{9,2});
Data_Bid{9,3} = Data_Bid{9,3}(PosSort);
[Data_Bid{13,2},PosSort] = sort(Data_Bid{13,2});
Data_Bid{13,3} = Data_Bid{13,3}(PosSort);
[Data_Bid{14,2},PosSort] = sort(Data_Bid{14,2});
Data_Bid{14,3} = Data_Bid{14,3}(PosSort);
[Data_Bid{4,2},PosSort] = sort(Data_Bid{4,2});
Data_Bid{4,3} = Data_Bid{4,3}(PosSort);
BidData_13_5 = Data_Bid;

% 国网2014年第一批
Bao_Num = Data_Bao_14_1(:,1);
Num = length(Bao_Num);
Data_Bid = {};
for cnt1=1:Num
    FilePath = ['\Input\国网2014年第一批\包',num2str(Bao_Num(cnt1)),'.txt'];
    Data_tmp = importdata(FilePath);
    Data_BidPrice = Data_tmp.data;
    Data_BidCompany = Data_tmp.textdata;
    Num_tmp1 = length(Data_BidPrice);
    if(cnt1==1)
        Data_Bid = Data_BidCompany;
    end
end

```

```

        for cnt2 = 1:Num_tmp1
            Data_Bid{cnt2,2} = Bao_Num(cnt1);
            Data_Bid{cnt2,3} = Data_BidPrice(cnt2);
        end
    else
        for cnt2 = 1:Num_tmp1
            Num_tmp2 = size(Data_Bid,1);
            Count = 0;
            for cnt3 = 1:Num_tmp2
                NameLength = length(Data_BidCompany{cnt2});
                NameLength0 = length(Data_Bid{cnt3,1});
                if(NameLength==NameLength0)
                    if(Data_Bid{cnt3,1}==Data_BidCompany{cnt2})
                        Count = cnt3;
                    end
                end
            end
            if(Count == 0)
                Data_Bid{Num_tmp2+1,1} = Data_BidCompany{cnt2};
                Data_Bid{Num_tmp2+1,2} = Bao_Num(cnt1);
                Data_Bid{Num_tmp2+1,3} = Data_BidPrice(cnt2);
            else
                Data_Bid{Count,2} = [Data_Bid{Count,2} Bao_Num(cnt1)];
                Data_Bid{Count,3} = [Data_Bid{Count,3} Data_BidPrice(cnt2)];
            end
        end
    end
end

% 桂林和桂容为同一家公司
Data_Bid{2,2}=[Data_Bid{2,2} Data_Bid{20,2}];
Data_Bid{2,3}=[Data_Bid{2,3} Data_Bid{20,3}];

% 库伯和库柏为同一家公司
Data_Bid{8,2}=[Data_Bid{8,2} Data_Bid{19,2}];
Data_Bid{8,3}=[Data_Bid{8,3} Data_Bid{19,3}];

% 苏州和苏容为同一家公司

```

```

Data_Bid{12,2}=[Data_Bid{12,2} Data_Bid{21,2}];
Data_Bid{12,3}=[Data_Bid{12,3} Data_Bid{21,3}];
%苏州和苏电为同一家公司
Data_Bid{12,2}=[Data_Bid{12,2} Data_Bid{22,2}];
Data_Bid{12,3}=[Data_Bid{12,3} Data_Bid{22,3}];
%中原和豫电为同一家公司
Data_Bid{4,2}=[Data_Bid{4,2} Data_Bid{23,2}];
Data_Bid{4,3}=[Data_Bid{4,3} Data_Bid{23,3}];
%删除胞元
Data_Bid(19:24,:)=[];
%对包号进行重新排序
[Data_Bid{2,2},PosSort] = sort(Data_Bid{2,2});
Data_Bid{2,3} = Data_Bid{2,3}(PosSort);
[Data_Bid{8,2},PosSort] = sort(Data_Bid{8,2});
Data_Bid{8,3} = Data_Bid{8,3}(PosSort);
[Data_Bid{12,2},PosSort] = sort(Data_Bid{12,2});
Data_Bid{12,3} = Data_Bid{12,3}(PosSort);
[Data_Bid{4,2},PosSort] = sort(Data_Bid{4,2});
Data_Bid{4,3} = Data_Bid{4,3}(PosSort);
BidData_14_1 = Data_Bid;

% 国网2014年第二批
Bao_Num = Data_Bao_14_2(:,1);
Num = length(Bao_Num);
Data_Bid = {};
for cnt1=1:Num
    FilePath = ['.\Input\国网2014年第二批\包',num2str(Bao_Num(cnt1)),'.txt'];
    Data_tmp = importdata(FilePath);
    Data_BidPrice = Data_tmp.data;
    Data_BidCompany = Data_tmp.textdata;
    Num_tmp1 = length(Data_BidPrice);
    if(cnt1==1)
        Data_Bid = Data_BidCompany;
        for cnt2 = 1:Num_tmp1
            Data_Bid{cnt2,2} = Bao_Num(cnt1);

```

```

        Data_Bid{cnt2,3} = Data_BidPrice(cnt2);
    end
else
    for cnt2 = 1:Num_tmp1
        Num_tmp2 = size(Data_Bid,1);
        Count = 0;
        for cnt3 = 1:Num_tmp2
            NameLength = length(Data_BidCompany{cnt2});
            NameLength0 = length(Data_Bid{cnt3,1});
            if(NameLength==NameLength0)
                if(Data_Bid{cnt3,1}==Data_BidCompany{cnt2})
                    Count = cnt3;
                end
            end
        end
        if(Count == 0)
            Data_Bid{Num_tmp2+1,1} = Data_BidCompany{cnt2};
            Data_Bid{Num_tmp2+1,2} = Bao_Num(cnt1);
            Data_Bid{Num_tmp2+1,3} = Data_BidPrice(cnt2);
        else
            Data_Bid{Count,2} = [Data_Bid{Count,2} Bao_Num(cnt1)];
            Data_Bid{Count,3} = [Data_Bid{Count,3} Data_BidPrice(cnt2)];
        end
    end
end

end

end

% 桂林和桂容为同一家公司
Data_Bid{2,2}=[Data_Bid{2,2} Data_Bid{20,2}];
Data_Bid{2,3}=[Data_Bid{2,3} Data_Bid{20,3}];
% 西安ABB和ABB为同一家公司
Data_Bid{15,2}=[Data_Bid{15,2} Data_Bid{21,2}];
Data_Bid{15,3}=[Data_Bid{15,3} Data_Bid{21,3}];
% 丹东和欣泰为同一家公司
Data_Bid{18,2}=[Data_Bid{18,2} Data_Bid{23,2}];
Data_Bid{18,3}=[Data_Bid{18,3} Data_Bid{23,3}];

```



```

%丹东和丹东欣泰为同一家公司
Data_Bid{18,2}=[Data_Bid{18,2} Data_Bid{24,2}];
Data_Bid{18,3}=[Data_Bid{18,3} Data_Bid{24,3}];
%中原和豫电为同一家公司
Data_Bid{4,2}=[Data_Bid{4,2} Data_Bid{22,2}];
Data_Bid{4,3}=[Data_Bid{4,3} Data_Bid{22,3}];
%删除胞元
Data_Bid(19:24,:)=[];
%对包号进行重新排序
[Data_Bid{2,2},PosSort] = sort(Data_Bid{2,2});
Data_Bid{2,3} = Data_Bid{2,3}(PosSort);
[Data_Bid{15,2},PosSort] = sort(Data_Bid{15,2});
Data_Bid{15,3} = Data_Bid{15,3}(PosSort);
[Data_Bid{18,2},PosSort] = sort(Data_Bid{18,2});
Data_Bid{18,3} = Data_Bid{18,3}(PosSort);
[Data_Bid{4,2},PosSort] = sort(Data_Bid{4,2});
Data_Bid{4,3} = Data_Bid{4,3}(PosSort);
BidData_14_2 = Data_Bid;

% 国网2014年第三批
Bao_Num = Data_Bao_14_3(:,1);
Num = length(Bao_Num);
Data_Bid = {};
for cnt1=1:Num
    FilePath = ['\Input\国网2014年第三批\',num2str(Bao_Num(cnt1)),'.txt'];
    Data_tmp = importdata(FilePath);
    Data_BidPrice = Data_tmp.data;
    Data_BidCompany = Data_tmp.textdata;
    Num_tmp1 = length(Data_BidPrice);
    if(cnt1==1)
        Data_Bid = Data_BidCompany;
        for cnt2 = 1:Num_tmp1
            Data_Bid{cnt2,2} = Bao_Num(cnt1);
            Data_Bid{cnt2,3} = Data_BidPrice(cnt2);
        end
    end
end

```

```

else
    for cnt2 = 1:Num_tmp1
        Num_tmp2 = size(Data_Bid,1);
        Count = 0;
        for cnt3 = 1:Num_tmp2
            NameLength = length(Data_BidCompany{cnt2});
            NameLength0 = length(Data_Bid{cnt3,1});
            if(NameLength==NameLength0)
                if(Data_Bid{cnt3,1}==Data_BidCompany{cnt2})
                    Count = cnt3;
                end
            end
        end
        if(Count == 0)
            Data_Bid{Num_tmp2+1,1} = Data_BidCompany{cnt2};
            Data_Bid{Num_tmp2+1,2} = Bao_Num(cnt1);
            Data_Bid{Num_tmp2+1,3} = Data_BidPrice(cnt2);
        else
            Data_Bid{Count,2} = [Data_Bid{Count,2} Bao_Num(cnt1)];
            Data_Bid{Count,3} = [Data_Bid{Count,3} Data_BidPrice(cnt2)];
        end
    end
end

end

% 桂林和桂容为同一家公司
Data_Bid{2,2}=[Data_Bid{2,2} Data_Bid{21,2}];
Data_Bid{2,3}=[Data_Bid{2,3} Data_Bid{21,3}];

% 库伯和库柏为同一家公司
Data_Bid{9,2}=[Data_Bid{9,2} Data_Bid{19,2}];
Data_Bid{9,3}=[Data_Bid{9,3} Data_Bid{19,3}];

%苏州和苏容为同一家公司
Data_Bid{13,2}=[Data_Bid{13,2} Data_Bid{22,2}];
Data_Bid{13,3}=[Data_Bid{13,3} Data_Bid{22,3}];

%苏州和苏电为同一家公司
Data_Bid{13,2}=[Data_Bid{13,2} Data_Bid{26,2}];

```

```

Data_Bid{13,3}=[Data_Bid{13,3} Data_Bid{26,3}];
%丹东和欣泰为同一家公司
Data_Bid{18,2}=[Data_Bid{18,2} Data_Bid{23,2}];
Data_Bid{18,3}=[Data_Bid{18,3} Data_Bid{23,3}];
% ABB和abb为同一家公司
Data_Bid{15,2}=[Data_Bid{15,2} Data_Bid{24,2}];
Data_Bid{15,3}=[Data_Bid{15,3} Data_Bid{24,3}];
%中原和豫电为同一家公司
Data_Bid{4,2}=[Data_Bid{4,2} Data_Bid{27,2}];
Data_Bid{4,3}=[Data_Bid{4,3} Data_Bid{27,3}];
%顺容和顺荣为同一家公司
Data_Bid{1,2}=[Data_Bid{1,2} Data_Bid{25,2}];
Data_Bid{1,3}=[Data_Bid{1,3} Data_Bid{25,3}];
%顺容和容顺为同一家公司
Data_Bid{1,2}=[Data_Bid{1,2} Data_Bid{20,2}];
Data_Bid{1,3}=[Data_Bid{1,3} Data_Bid{20,3}];
%删除胞元
Data_Bid(19:27,:)=[];
%对包号进行重新排序
[Data_Bid{2,2},PosSort] = sort(Data_Bid{2,2});
Data_Bid{2,3} = Data_Bid{2,3}(PosSort);
[Data_Bid{15,2},PosSort] = sort(Data_Bid{15,2});
Data_Bid{15,3} = Data_Bid{15,3}(PosSort);
[Data_Bid{18,2},PosSort] = sort(Data_Bid{18,2});
Data_Bid{18,3} = Data_Bid{18,3}(PosSort);
[Data_Bid{4,2},PosSort] = sort(Data_Bid{4,2});
Data_Bid{4,3} = Data_Bid{4,3}(PosSort);
[Data_Bid{1,2},PosSort] = sort(Data_Bid{1,2});
Data_Bid{1,3} = Data_Bid{1,3}(PosSort);
[Data_Bid{9,2},PosSort] = sort(Data_Bid{9,2});
Data_Bid{9,3} = Data_Bid{9,3}(PosSort);
[Data_Bid{13,2},PosSort] = sort(Data_Bid{13,2});
Data_Bid{13,3} = Data_Bid{13,3}(PosSort);
BidData_14_3 = Data_Bid;

```

```

save '\Input\各批次中得分数据\BidData_13_6.mat' BidData_13_6
save '\Input\各批次中得分数据\BidData_13_5.mat' BidData_13_5
save '\Input\各批次中得分数据\BidData_14_1.mat' BidData_14_1
save '\Input\各批次中得分数据\BidData_14_2.mat' BidData_14_2
save '\Input\各批次中得分数据\BidData_14_3.mat' BidData_14_3
else
    DataTmp1 = load('\Input\各批次中得分数据\BidData_13_6.mat');
    BidData_13_6 = DataTmp1.BidData_13_6;
    DataTmp2 = load('\Input\各批次中得分数据\BidData_13_5.mat');
    BidData_13_5 = DataTmp2.BidData_13_5;
    DataTmp3 = load('\Input\各批次中得分数据\BidData_14_1.mat');
    BidData_14_1 = DataTmp3.BidData_14_1;
    DataTmp4 = load('\Input\各批次中得分数据\BidData_14_2.mat');
    BidData_14_2 = DataTmp4.BidData_14_2;
    DataTmp5 = load('\Input\各批次中得分数据\BidData_14_3.mat');
    BidData_14_3 = DataTmp5.BidData_14_3;
end
return

```

三、数据分析与建模

```

function DataAnalysis()
%% 数据分析
%% 数据全局化
global BidData_13_6 BidData_14_3 BidData_14_2 BidData_14_1 BidData_13_5
global Data_Bao_13_6 Data_Bao_14_2 Data_Bao_14_1 Data_Bao_14_3 Data_Bao_13_5
Data_Bao_14_4
global Index_a_13_5 Index_a_13_6 Index_a_14_1 Index_a_14_2 Index_a_14_3 Index_a_14_4
global Index_m_13_5 Index_m_13_6 Index_m_14_1 Index_m_14_2 Index_m_14_3
Index_m_14_4
global Index_n_13_5 Index_n_13_6 Index_n_14_1 Index_n_14_2 Index_n_14_3 Index_n_14_4
global StdPrice
%% 物质数据分析
% 各批次满秩的组合
[StdPriceData1] = FindStdPrice(BidData_13_5,Data_Bao_13_5,Index_a_13_5);
[StdPriceData2] = FindStdPrice(BidData_13_6,Data_Bao_13_6,Index_a_13_6);
[StdPriceData3] = FindStdPrice(BidData_14_1,Data_Bao_14_1,Index_a_14_1);
[StdPriceData4] = FindStdPrice(BidData_14_2,Data_Bao_14_2,Index_a_14_2);
[StdPriceData5] = FindStdPrice(BidData_14_3,Data_Bao_14_3,Index_a_14_3);
Data_Bao_tot

```

=

```

{Data_Bao_13_5,Data_Bao_13_6,Data_Bao_14_1,Data_Bao_14_2};%,Data_Bao_14_3
BidData_tot = {StdPriceData1,StdPriceData2,StdPriceData3,StdPriceData4};%,StdPriceData5
Cell_Data_Bao={};Cell_StdPriceData={};UnitStdPriceData=[];
NumTmp = [1:length(Data_Bao_tot)];
Count = 1;
for cnt1=1:length(Data_Bao_tot)
    GroupTmp = nchoosek(NumTmp,cnt1);
    [row,col] = size(GroupTmp);
    for cnt2 = 1:row
        TmpData_Bao = [];TmpBidData = [];
        for cnt3 =1:col
            TmpData_Bao = [TmpData_Bao;Data_Bao_tot{GroupTmp(cnt2,cnt3)}];
            TmpBidData = [TmpBidData;BidData_tot{GroupTmp(cnt2,cnt3)}];
        end
        if(rank(TmpData_Bao(:,2:end))==size(TmpData_Bao(:,2:end),2))
            UnitStdPrice = TmpData_Bao(:,2:end)\TmpBidData;
            UnitStdPriceData(:,Count) = UnitStdPrice;
            Cell_Data_Bao{Count} = TmpData_Bao;
            Cell_StdPriceData{Count} = TmpBidData;
            Count = Count +1;
        end
    end
end
UnitPrice = UnitStdPriceData;
StdPrice = mean(UnitPrice,2);

StdPrice = mean(UnitPrice,2);

%% 预测下一批的基准价
Data_Bao = Data_Bao_14_4;
ImfMatr = Data_Bao(:,2:end);
BidPrice_new = ImfMatr*StdPrice;

%% 预测中标概率
DataBidCompany_Pre_Tmp = importdata('./Tao_Pre.mat');
DataBidCompany_Pre = DataBidCompany_Pre_Tmp(:,2);
Data_BPPre = importdata('./BpPre.mat');
DataBidCompany_BPPre = Data_BPPre(:,2);
BaoNum_BPPre = Data_BPPre(:,1);
[CompanyName          GetBidNum          GetBidRat]          =
IsGetBid(DataBidCompany_BPPre,Data_Bao_14_3,BidData_14_3,'          合          容
',Index_m_14_3,Index_n_14_3,Index_a_14_3);

```

```

%% 计算预测得分
Data_Bao = Data_Bao_14_3;
ImfMatr = Data_Bao(:,2:end);
BidPrice_new = ImfMatr*StdPrice;
[CompanyBidPrice_AC,BaoNum] = GetCompanyACBidPrice(BidData_14_3,'合 容');
row = length(BidPrice_new);
for cnt = 1:row
    StdPrice_AC = StdPriceData5(cnt);
    StdPrice_Pre = BidPrice_new(cnt);
    BidCompany_Pre = DataBidCompany_Pre(cnt);
    BidCompany_BPPre = DataBidCompany_BPPre(cnt);
    BidPrice_AC = CompanyBidPrice_AC(cnt);
    [Score_BidStdPre_Tmp] =
GetScore(StdPrice_AC,StdPrice_Pre,Index_m_14_3,Index_n_14_3);
    [Score_BidCompanyPre_Tmp] =
GetScore(StdPrice_AC,BidCompany_Pre,Index_m_14_3,Index_n_14_3);
    [Score_BidCompanyBPPre_Tmp] =
GetScore(StdPrice_AC,BidCompany_BPPre,Index_m_14_3,Index_n_14_3);
    [Score_BidCompanyAC_Tmp] =
GetScore(StdPrice_AC,BidPrice_AC,Index_m_14_3,Index_n_14_3);
    ScoreData(cnt,:) = [Score_BidCompanyAC_Tmp Score_BidStdPre_Tmp
Score_BidCompanyPre_Tmp Score_BidCompanyBPPre_Tmp];
end

figure(1)
stem(BaoNum,ScoreData(:,1),'fill','b-');hold on;
stem(BaoNum_BPPre,ScoreData(:,4),'fill','r-');hold on;
xlabel('国网 2014 年第三批包号');
ylabel('投标价格得分 Score');
return

```

