

项目投标决策支持系统研究

曹生荣, 王先甲, 殷红

(武汉大学系统工程研究所, 武汉 430072)

[摘要] 依据投标的实际流程, 从投标的全过程出发, 利用预测理论、决策理论、对策理论和计算机技术等开发了项目投标决策支持系统 PBDSS, 并系统介绍了 PBDSS 的结构、功能、实现技术和应用。PBDSS 可在施工企业投标工作的信息咨询、项目选择、总价制定、报价内部调整及标书生成等方面发挥辅助决策的作用。

[关键词] 投标; 决策支持系统; 辅助决策; 施工企业

[中图分类号] F271 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1009-1742(2003)12-0019-05

1 引言

随着我国招标投标工作的深入和经验的积累, 招标投标工作逐步规范化、标准化、市场化。目前国内的绝大部分工程建设任务都采用招标投标的方式进行交易, 招标投标已进入社会经济活动的各个领域。投标工作的重要性, 特别是对于施工企业的重要性日益突出, 因此, 对投标的研究工作也不断加强^[1,2]。

目前针对投标所开展的研究主要围绕着利用对策模型(完全信息和不完全信息)在各种不同的情况下均衡报价的制定。文献[3~5]分别讨论了不同情况下对策模型的均衡报价问题; 文献[6]讨论了利用多目标选择项目的策略; 文献[7, 8]讨论了有关不平衡报价问题; 文献[9]讨论了投标获胜的可能性计算问题。有关项目投标决策支持系统的研究工作也比较多, 一般是基于某一理论和背景开发某一方面的系统, 文献[10~13]分别是对其项目投标决策支持系统(DSS)的介绍。

以上的研究工作都是从投标工作的某一个角度出发对其进行探讨。然而在投标的实际工作中, 从项目选择到最终报价的确定都是投标工作不可缺少

的部分, 并且各部分紧密联系, 从投标工作的全过程出发更能有效管理、决策工程项目投标。本文拟从投标工作的全过程出发, 综合利用预测、决策、对策等理论, 探讨投标工作中的项目选择、标底及其他方报价预测、总价制定、报价竞争策略等问题的解决思路, 利用计算机技术开发了项目投标决策支持系统——Project bidding decision support system(PBDSS)。

投标工作时间紧、工作量大, 并且与众多因素有关, 凭经验和直觉的投标报价存在很多缺陷, 本文所介绍的 PBDSS 可以辅助施工企业快速、高效、准确地完成投标工作。

2 PBDSS 的开发目标和整体构思

2.1 目标

考虑到以上问题和施工企业投标工作的实际需要, 希望所开发的系统能够辅助决策者解决投标工作中的一系列问题; 系统从投标工作的实际出发, 解决实际问题; 系统具有通用性, 并且符合使用人员的特征, 易于操作和扩充。利用投标决策支持系统实现信息查询、项目选择、总价制定、报价内部调整、标书生成等方面系统的综合的处理, 辅助投

[收稿日期] 2003-04-18

[基金项目] 国家自然科学基金资助项目(69874029); 湖北省自然科学基金资助项目(2001ABB047)

[作者简介] 曹生荣(1976-), 男, 浙江金华市人, 武汉大学系统工程研究所博士研究生

标单位快速、系统地完成投标的一系列工作，降低投标费用，提高投标中标率，提高施工企业经营管理水平，为施工企业提高经济效益服务。

2.2 整体构思

系统开发应基于现有的投标工作模式，保证系统能与实际顺利衔接，包括各类数据可以方便导入，系统决策结果易于被工作人员理解和执行。基于现有工作模式，系统设计采用“信息咨询→项目选择→总价制定→报价内部调整→标书生成”作为主线的工作流程。系统开发的要点（重点）在于选用合适的模型体系用于决策相应的问题，并使各部分协调工作。系统开发的整体构思为：利用预测理

论预测招标投标各类参数；利用决策理论选择项目进行投标；利用对策理论在考虑竞争对手的情况下制定报价；利用不平衡报价法调整报价内部结构；最后利用计算机有关技术将全部内容整合为一完整的PBDSS。

3 PBDSS 结构体系

PBDSS从结构体系上分析，可以划分为数据库系统、模型库系统、方法库系统、知识库系统和人机交互系统，即PBDSS采用标准的四库结构^[14]。图1为PBDSS结构体系简图。下面分别介绍人机交互系统与四库。

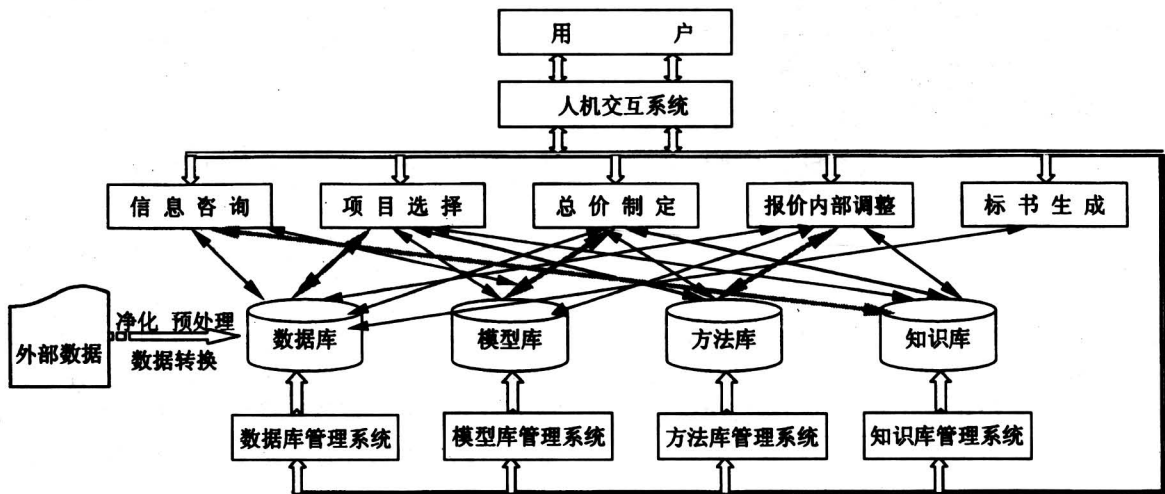


图1 PBDSS 结构体系

Fig.1 System structure of PBDSS

3.1 人机交互系统

人机交互系统是用户与系统之间的交互界面，负责接收用户的各种请求，并反馈给用户运行情况和决策结果。该系统必须适合用户的特征，一般用户不具备计算机软、硬件方面高深的知识，也不要要求他们详细了解系统的开发原理与过程。因此，简洁易用是设计人机交互系统的第一要求。

PBDSS的人机交互系统与常用的Windows软件类似，由多级下拉弹出式菜单、系统工具栏、系统信息提示区、系统工作区、系统快捷键和系统功能界面共六部分组成。

3.2 数据库系统

数据库系统是PBDSS工作的基础，系统的效率和准确性首先取决于数据库的性能和数据的可靠性。因此，数据库设计在系统开发中处于相当重要的地位。

PBDSS的数据库包括：**a.** 各类定额库：国家定额、省/部定额、行业定额^[15]；**b.** 招标库，即相关单位每次招标的情况，包括标底、投标报价分布、中标报价、我方估计工程成本、工程实际成本；**c.** 我方投标库：我方历次投标报价与标底的差别、在各投标方报价中的排名、中标与否、赢利情况；**d.** 他方投标库（与我方投标库相同）。

数据库需要及时更新，如：当有新的定额颁布时，系统的定额库需要做及时的更新；如有可能，本行业内的主要竞争对手每投标一次，需要在他方历次投标库中加入该次投标的情况；如有可能，我方主营行业的业主每招标一次，需要在招标库中加入该次招标的情况。以便为日后的投标工作准备充足的数据资料。

数据库的结构和工作模式如图2所示：

数据库管理系统实现了对数据库中数据的管理

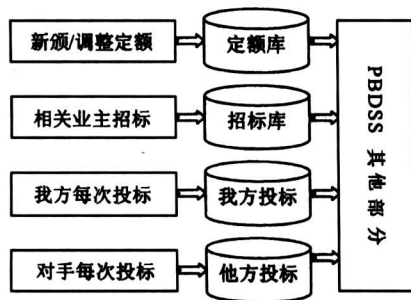


图 2 PBDSS 数据库体系

Fig.2 Data base system of PBDSS

和维护，并为 PBDSS 的其他部分提供数据支持。

3.3 模型库系统和方法库系统

DSS 系统是模型和用户驱动的，因此模型库是 DSS 系统的一个核心部件，也是 DSS 区别于其他信息系统的重要标志，模型库中模型的多少和复杂性也预示着管理决策问题的类型和难易程度。方法库子系统则是提供决策过程中用户问题模型化的各种分析、构造工具以及为各种模型的求解分析提供必要的算法和方程。在 DSS 系统中模型库与方法库紧密相连、相互支持。

模型库中存放的是投标工作中可能需要的一系列模型，包括各类决策模型、对策模型、预测模型等。所有的模型组成模型体系，不同的模型用于实现不同的功能。方法库中存放的是决策过程中常用的一些分析方法和算法，如统计分析方法、神经网络分析方法、案例推理方法等，另外还有一些能随着用户环境的改变，根据专家的知识经验和经验而创建的方法，它们可以由现有的一些方法组合而成。决策用户可以根据问题的需要通过人机交互系统随时方便地调用这些方法。

模型库管理系统与方法库管理系统的功能类似，分别实现了对模型/方法的描述、管理、控制，模型/方法的组合或分解，模型/方法的生成、检索、更新、维护，支持几种模型/方法的连接运算，以及模型/方法之间的参数转换和传递^[16]。

3.4 知识库系统

在知识库中存放着有关工程项目投标的成熟理论、方法和专家的经验知识，以往类似工程的成功投标策略，以及大量与投标有关的专门知识，如一些法律、法规等，将这些知识整理成具有明确的逻辑意义的规则，加以有效管理。鉴于目前有关招投标的理论、方法、政策尚在进一步发展完善过程，PBDSS 知识库的建立也是一个不断更新的过程。

知识库管理系统主要负责知识的获取、删除、检索、存储与更新等功能。

4 PBDSS 功能

从投标工作的实际出发，PBDSS 开发了相应的一系列功能。PBDSS 主要包括五大功能模块：信息咨询、项目选择、总价制定、报价内部调整、标书生成。因此，按照系统的功能设置 PBDSS 可以划分为五个子系统，依次是信息咨询子系统、项目选择子系统、总价制定子系统、报价内部调整子系统、标书生成子系统。这五个子系统既相对独立，又协同工作。系统工作时，可以依次运行五个子系统，完成投标的全部工作，也可以根据实际需要，只选择其中的某些子系统完成特定的功能。

4.1 信息咨询子系统

信息咨询是指系统根据用户的需要为用户提供各类信息的服务，以便于用户定性/定量地了解投标环境，辅助用户决策。在 PBDSS 中，信息服务分为两方面，一方面为基于数据库的查询/统计服务系统，另一方面为基于知识库和数据库的推理解释系统。信息咨询子系统的结构如图 3 所示。

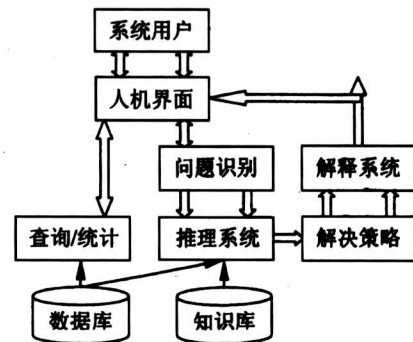


图 3 PBDSS 信息咨询子系统结构

Fig.3 Structure of consultation of information system

查询/统计功能是指将存储在各类数据库中的信息，以多种形式提供给用户，辅助用户决策。如：结合当前工程实际情况和竞争对手的投标历史，了解竞争对手在类似工程中的投标策略。查询/统计系统是基于数据工作的，因此，数据信息的现势性成为 PBDSS 准确支持决策的关键，因而系统中的数据必须随时更新，同时需要将过时的数据资料归档保存。

推理解释功能是指基于知识库/数据库和推理解释系统，为用户提供某一问题的专家解决方案，

由问题识别、推理系统、解决策略生成、解释系统组成。

推理机可以在识别问题后根据知识库中存放的知识和有关数据,按照适当的控制策略(即基于实际专家思维特点的逻辑模式)求解问题。推理解释工作过程是一个人-机协同过程,通过用户与系统的动态交互作用,可以得到解决某一问题的专家方案,从而有效地提高决策水平。知识库与相应的推理解释系统的建立是基于对投标问题的全面、深刻、完整的理解和把握,包括大量决策实例的积累和所面临对决策问题内在规律性的认识。

4.2 项目选择子系统

项目选择是投标工作的开始,选择是否合适,在很大程度上决定投标的成败。

每个项目的投标工作都需要一笔费用,如果施工企业在广阔的市场中随意投标、漫天撒网,难免会增加企业的费用,花费企业各级经营管理人员的时间,而中标项目的数量和盈利状况未必如意。PBDSS设置的项目选择功能即在于从广大的建筑市场中选择适合企业各方面条件、能发挥企业优势且盈利较多的工程项目进行投标,以提高所投项目中标的可能性和增强中标后项目的盈利。

项目选择是指利用多目标/单目标优化理论在众多的工程项目中选择适合本单位的项目进行投标,如利用专家打分综合评价模型、模糊评价模型等选择项目。

4.3 总价制定子系统

总价制定是投标工作的关键,投标工作成功与否很大程度上取决于投标报价。总价制定子系统的功能在于综合考虑标底、竞争对手和我方的情况,利用对策(博弈)模型制定总价。总价制定子系统的系统结构如图4所示。

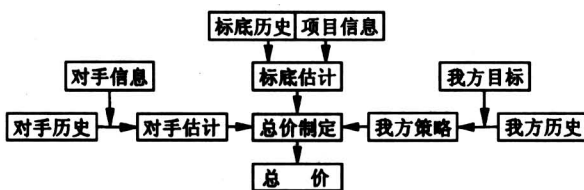


图4 PBDSS 总价制定子系统结构

Fig.4 Structure of total price establishing system

总价制定子系统是PBDSS的核心,信息咨询和项目选择都是为总价制定服务的。总价制定是一个反复调整各有关因素,充分挖掘各类信息(历史

数据和现实情况),最终确定报价的过程。该过程综合考虑失标、中标、中标盈利等情况。在这个过程中,主要利用合适的预测模型预测有关参数,利用对策模型求得均衡解,决策者应充分参与。

4.4 报价内部调整子系统

报价的内部调整是指在工程总报价确定后,在保持总报价不变的前提下,改变总报价在工程各部分之间的分配,以期中标后可以获得较好的经济效益。报价的内部调整主要采用不平衡报价法(unbalanced bids)。不平衡报价法的主要思路是提高前期项目单价而降低后期项目单价,提高工程量可能增加项目的单价而降低工程量可能减少项目的单价等。另外,也可以单价和利润率为决策变量,利用线性规划求解利润现值最大的报价方案。

4.5 标书生成子系统

我国现阶段工程投标标书已经形成统一固定的格式,为此,PBDSS开发了标书生成子系统。标书生成是指基于系统前序工作流程中得到的报价方案数据,依据标书标准格式产生文本文件或电子表格,常用的有Word文档和Excel表格。标书生成是系统工作的最后一环,也是系统的工作成果。生成的标书可以以文件形式输出,经人工调整用于投标;也可以打印输出,直接用于投标。

4.6 系统工作流程

系统的工作流程如图5所示,与实际工作模式类似。在PBDSS工作的每一阶段,系统都可接受

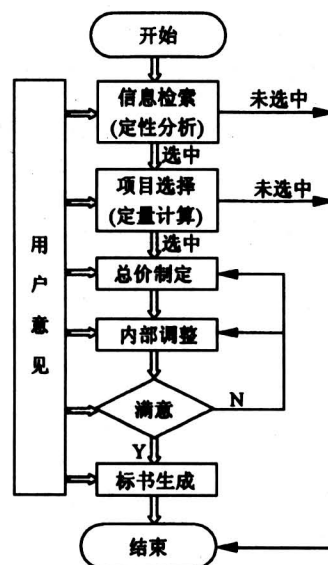


图5 PBDSS 工作流程简图

Fig.5 Work flow of PBDSS

用户的意见, 辅助用户完成投标工作。用户可以根据实际需要, 使用系统的全部功能辅助投标, 也可以只选用其中的某些或某一功能对相应的工作起支持决策的作用。

5 PBDSS 的实现与应用

5.1 开发平台

PBDSS 主体部分采用 Delphi 5.0 编写, 数据库采用 SQL Sever 数据库。系统中利用 Matlab 开发了动态链接库 (DLL), 方法库中的部分方法通过该技术实现。考虑到数据输入、输出及标书生成需要, 开发了 PBDSS 与 Excel、Word 的接口, 实现数据在 PBDSS 与 Excel、Word 之间的相互交换。

5.2 训练和测试

为确保系统工作的准确性, 在 PBDSS 投入使用之前, 系统经过了训练和测试两个阶段。

PBDSS 开发人员将某大型施工企业提供的大量历史数据分为两组, 分别用于系统训练和系统测试。在系统训练阶段, 分别调用不同的模型或选取不同的参数进行决策, 直到决策结果满足要求为止, 训练的结果为参数和模型的选用规则。在系统测试阶段, 针对每一组数据, 根据训练阶段所得的模型和参数的选用规则选择合适的模型或参数进行决策, 查看 PBDSS 的结果与实际情况的差别, 若结果达到设计要求, 则该组数据通过测试; 反之, 调整模型和参数, 继续测试, 直到满足设计要求。

系统的训练和测试是一个循环反复, 不断调整模型和参数选用规则的过程。该过程需要与施工企业投标专业人员合作进行。特别注意训练测试结果不可能适用每一组数据, 对某些 PBDSS 的结果与真实数据有较大差别的数据, 可以舍弃, 但必须提供一定的说明理由。

5.3 应用

PBDSS 已用于实际投标工作中, 并取得了满意的结果。随着系统在同一领域应用的增多, 系统的性能不断改善, 辅助决策精度将不断提高。

在长江重要堤防隐蔽工程某些标段的投标工作中, PBDSS 辅助决策者选择项目、制定报价, 为该施工企业中标和降低投标费用发挥了重要作用。PBDSS 辅助某企业在某小型水电站的中标发挥了作用, 特别是在利用不平衡报价法调整总价内部结构方面, 使施工企业在日后的施工中处于有利地位。

6 结语与展望

本文从项目投标的实际出发、本着为实际服务的原则, 开发了 PBDSS, 并系统阐述了 PBDSS 的开发目标和总体构思, 介绍了 PBDSS 的体系结构、功能、实现和应用情况。

本文首次综合利用预测理论、决策理论、对策理论和计算机技术等开发 PBDSS。PBDSS 在工程项目投标领域具有普遍应用前景, 广泛适用与水电工程、土建工程及其他工程投标工作。PBDSS 可以辅助投标单位快速、系统地完成投标的一系列工作, 降低投标费用, 提高中标率, 提高施工企业经营管理水平, 为施工企业提高经济效益服务。同时, 开发一个完善的 DSS 需要很长的时间, 目前的 PBDSS 还有很多需要进一步完善的地方。为此, 笔者采用了部件生成技术, 按阶段划分任务, 一面开发, 一面投入使用, 在实践中不断完善。

参考文献

- [1] 王本德. 水电系统规划、管理方法论[M]. 北京: 中国电力出版社, 1997
- [2] 刘尔烈. 工程项目招标投标实务[M]. 北京: 人民交通出版社, 2000. 130~147
- [3] 龚业明, 蔡淑琴, 张金隆. 国际工程承包市场竞争的博弈模型[J]. 中国管理科学, 1999, (9): 47~50
- [4] 黄宏飞. 非合作 n 人投标报价服从 $N(u, \sigma^2)$ 分布时局中人 I 投标报价策略的研究[J]. 数理统计与管理, 2000, (2): 8~11
- [5] 郭文革, 黄怀志, 王浣尘, 等. 不完全信息下的封闭投标机制极小极大后悔策略分析[J]. 系统工程学报, 1996, (11): 94~104
- [6] 冯惠军. 多目标优化在投标决策中的应用[J]. 系统工程理论与实践, 1994, (12): 40~44
- [7] 白明, 刘志伟. 不平衡报价利润现值最大化模型[J]. 技术经济与管理研究, 2001, (04): 68
- [8] 许雄斌, 杜端甫. 产品研制项目综合多目标模糊决策模型的研究[J]. 决策与决策支持系统, 1996, 6(1): 80
- [9] Paul Bussey, Nathalie Cassaigne, Madan Singh. Bid pricing - calculating the possibility of winning[A]. Proceedings of the IEEE International Conference on Systems, Man and Cybernetics[C]. 1997, 3615~3620
- [10] Mochtar, K. Arditi, D. Role of marketing intelligence in making pricing policy in construction[J]. Journal of Management in Engineering, 2001, 7(3): 140~148

(下转第 86 页)

Development and Experiment Research of the Postprocessor for Parallel Kinematic Machine Tools

Li Tiemin, Ye Peiqing, Wang Jinsong

(*Department of Precision Instruments and Mechanology, Tsinghua University, Beijing 100084, China*)

[**Abstract**] Based on the structure of 6-TPS parallel kinematic machine tools (PKMTs) with 6 degrees of freedom (DOF), the theory and procedure to generate control data is introduced. On the basis of above analysis, the functions and framework of a postprocessor for this type of machine tools is designed. Some important methods for carrying out the postprocessing of the machine are researched and demonstrated, including inner data transfer protocol by parameterized binary data, interpolating algorithm in Descartes coordinate system, planar and spatial tool radius compensation, preprocessing of cutter location data, and word and syntax check of machining codes. Finally, a real machining experiment on the system mentioned above is introduced. The result shows that it can be successfully used in real manufacturing environment.

[**Key words**] parallel kinematic machine tools; postprocessing algorithm; postprocessor

(上接第 23 页)

[11] Vicky, Papaioannou, Cassaigne, Nathalie critical analysis of bid pricing models and support tool [A]. Proceedings of the IEEE International Conference on Systems, Man and Cybernetics [C]. 2000. 2098 ~ 2103

[12] 申功璋, 李 鼎, 闪四清. CIMS 环境下飞行控制系统的投标决策系统的开发与实现 [J]. 系统工程理论与实践, 1999, 10(10): 15 ~ 19, 38

[13] 李 鼎, 杜端甫, 杨建平. 项目投标决策支持系统的研究 [J]. 决策与决策支持系统, 1997, (1): 53 ~ 57

[14] 陈晓红. 决策支持系统理论与应用 [M]. 北京: 清华大学出版社, 2000. 93 ~ 122

[15] 陈全会. 水利水电工程定额与概预算 [M]. 北京: 中国水利水电出版社, 1999

[16] 高洪深. 决策支持系统 (DSS) 理论·方法·案例 (第二版) [M]. 北京: 清华大学出版社, 广西大学出版社, 2000. 38 ~ 82

Study of Project Bidding Decision Support System

Cao Shengrong, Wang Xianjia, Yin Hong

(*Institute of Systems Engineering, Wuhan University, Wuhan 430072, China*)

[**Abstract**] Because of the development of the regularization, standardization, marketization of project bidding and tendering, and considering of the significance of bidding to construction corporations, a project bidding decision support system is developed supported by forecast theory, decision-making theory, game theory and computer science. The system is based on the practical flow of project bidding and the whole process. The paper discusses the structure, the function, the technologies that make the system comes true and the application of the system. The system can help construction corporations in consultation of information, selecting project, establishing the total price and interior adjusting of bidding price, presenting standard bidding report.

[**Key words**] bidding; decision support system; assist decision-making; construction corporation