

大气污染总量控制规划专家系统中 知识库子系统的研究*

陈文颖 方 栋

(清华大学核能技术设计研究院, 北京 100084)

摘要 论述了大气污染总量控制规划专家系统(ESAPTECP)中知识库的基本设计思想: 知识库分为元级知识库和领域级知识库, 元级知识库由类文件和元规则文件构成, 领域级知识库由规则文件和参量文件构成. 并在此基础上阐述 ESAPTECP 中知识库演绎推理系统、知识库解释系统、知识库管理系统等的设计与实现方法.

关键词 专家系统, 知识库系统, 总量控制规划.

大气污染总量控制规划不仅涉及到许多确定性的、结构化的问题, 还涉及到许多不确定性的、非结构化的问题. 不确定性的、非结构化的问题难以用传统的程序设计方式来解决. 因而在大气污染总量控制规划中引入了擅长解决不确定性的、非结构化问题的专家系统技术, 建造了大气污染总量控制规划专家系统(ESAPTECP). 该专家系统的应用不仅可以提供更科学、更合理、更有效的规划方案, 而且可以节省大量人力、物力, 并有助于使大气污染总量控制规划规范化.

1 ESAPTECP 的总体结构

ESAPTECP 共有 5 个子系统: (1) 知识库子系统. 这是整个系统的核心. 专家经验以规则的形式存贮于该系统中. 推理机中所用的知识主要包括大气扩散模式的选择和参数的确定、大气环境质量评价、大气污染总量控制目标的确定、大气功能区划分、大气污染总量控制方案的确定等方面. 该子系统用 MS Visual C++ 实现. (2) 数据库子系统. 大气污染源数据、大气质量监测数据、气象数据等存贮于该子系统中. 该子系统用 FoxPro 管理. (3) 模型库子系统. 该子系统包括在不同场合下使用的各种各样的大气扩散模式和大气污染总量控制规划模型等. 它用 Fortran 语言实现. (4) 图形库子系统. 该子系统包括浓度统计图和等浓度分布图等. 它用 MS Visual C++ 实现. (5) 总控制子系统. 该子系统用于实现上述各模块之间的连接和调用. 它用 MS Visual C++ 实现.

2 知识库的基本设计思想

ESAPTECP 的知识库由一个类文件、一个元规则

文件, 多个规则文件以及多个参量文件构成. 类文件与元规则文件构成元级知识库, 而规则文件和参量文件构成领域级知识库.

2.1 类文件

大气污染问题控制规划涉及到多种多样的复杂知识, 若将所有知识集中于一个库中, 将使得规则数目太多, 推理效率降低. 因而需要根据不同的用途, 将知识进行分类, 不同类的知识构成一个子知识库. 大气污染总量控制规划的知识可分为总量控制目标的确定、大气功能分区、大气稳定度确定、大气环境质量评价、大气环境质量模式选择、污染控制治理措施选择等类. 这些类的集合形成了 ESAPTECP.CAT 这个类文件, 每个类的具体形式如下:

DESCRIPTION: 对于类的描述

NVAR: 该类中参量个数

VARLIST: 存放参量的参量文件名称

NRULE: 该类中规则个数

RULELIST: 存放规则的规则文件名称

NOBJ: 要推理的目标数目

OBJ.NAME: 要推理的目标名称

OBJLIST: 存放推理结果的文件名称

PATHLIST: 存放推理路径的文件名称

2.2 元规则文件

不同的类实现不同的功能, 但不同类之间并不是毫

* 国家环保局科技发展项目

收稿日期: 1996-02-28

无联系的。有些类的推理是建立在另一类的推理结果基础之上的。例如大气环境质量预测是建立在大气环境质量预测模式的选择、模式中参数的确定等的基础上。模式中的参数确定包括扩散参数的选择、烟云抬升高度计算、混合层高度确定等。而扩散参数的选取、烟云抬升高度计算、混合层高度确定等又依赖于大气稳定度确定、采样时间稀释指数、烟气热状况及地表状况指数、烟气热释放率指数、烟筒高度指数等。因而 ESAPTECP 设计了一组元规则以在推理过程中控制各个类的调用，这些元规则的集合形成了 ESAPTECT. MRU 这个元规则文件。每个元规则的具体形式如下：

- M.NP: 元规则前提数
- M.PREMISE: 元规则前提
- M.CONCLUSION: 元规则结论

2.3 参量文件

每个类都包含一个参量文件，它是由该类中所有参量的集合形成的。推理过程中涉及到的参量都在参量文件中说明。参量的具体形式如下：

- NAME: 参量名称
- MEANING: 参量含义
- PROMPT: 对要输入的参量的值的提示或说明
- VAL.TYPE: 参量值类型(字符串型、字符型、整型、实数型)
- VAR.ASK: 参量是否通过询问得到(0—No, 1—Yes)
- VAR.FUN: 参量是否通过计算得到(0—No, 1—Yes)

若参量的值是通过计算而得，那么还包含以下 2 项：

- NFUN: 用于计算参量值的函数个数
- FUN: 用于计算参量值的函数名称、函数中参数个数及名称

2.4 规则文件

每个类中的知识采用产生式知识表示方式(即 If-Then 的规则表达方式)，该类中所有的规则构成的集合形成了该类的规则文件。规则的具体形式可描述如下：

- NP: 规则前提项数
- PREMISE: 规则前提
- NC: 规则结论项数
- CONCLUSION: 规则结论
- RULE.CF: 规则置信度

3 知识库演绎推理系统

3.1 正向推理与逆向推理

推理一般分为正向推理和逆向推理。正向推理的基本思想是从已知的信息出发，选用合适的知识，逐步求

解待解的问题。而逆向推理的基本思想是选定一个目标，然后去求证该目标是否成立。正向推理允许用户主动提供有用的事实信息，而不必等到系统需要时才提供，而且可以求出全部解。但推理目的性不强，可能会作些与求解目标无关的无用功。逆向推理不必使用与目标无关的知识，目的性很强。但选择目标盲目，可能求解了许多假目标。尤其当解空间较大时，情况更为突出。为了解决这些问题，综合利用正向推理和逆向推理的优点是最有效的方法。

3.2 ESAPTECP 中的混合推理

在 ESAPTECP 中采用正向推理和逆向推理相结合的混合推理。图 1 是 ESAPTECP 中混合推理流程图。

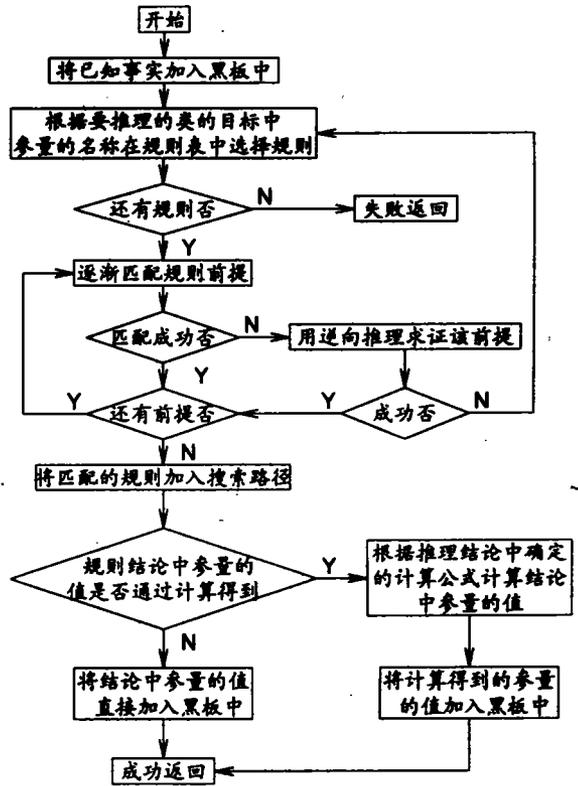


图 1 ESAPTECP 中的混和推理流程图

逆向推理的流程见图 2。当推理开始时，根据要推理的类的目标中参量的名称，在规则中选取一条规则，利用在黑板(推理开始时的已知事实或推理过程中产生的中间结果都存在黑板中)中的事实或向用户提问或通过计算来依次匹配规则前提，若某项前提不能直接与已知事实匹配，而需要调用其它规则进行推理，这时采用逆向推理来求证该前提项，因为此时要求证的目标很明确。若有一前提不能成立，则选取另一条规则重新开始。若所有前提都成立，而且结论中的参量不再需要通过计算

得到其值, 则可将结论加入黑板, 继续推理, 直至达到最终目标. 若所有前提都成立, 而结论中的参量还需要通过计算得到其值, 则根据要选用的计算公式计算出结论中参量的值, 然后将之加入黑板, 继续推理, 直至达到最终目标.

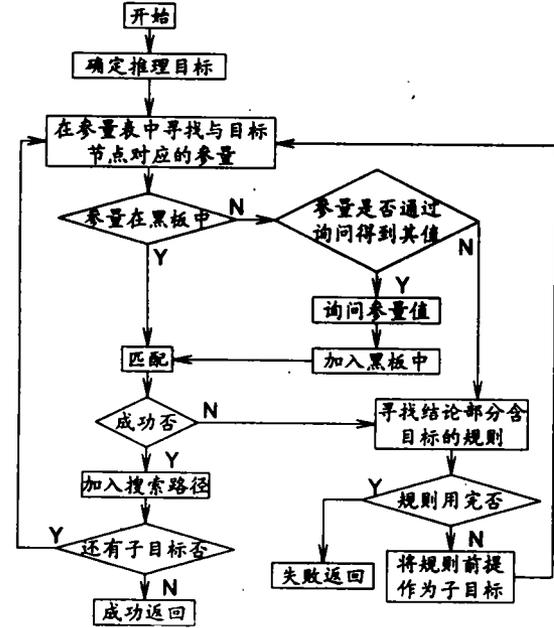


图 2 ESAPTECP 中的逆向推理流程图

3.3 ESAPTECP 中的元控制

由于 ESAPTECP 中知识繁多, 因而根据知识的用途进行分类. 每个类内部采用混合推理以求证目标, 但对于整个系统, 光采用混合推理是不够的, 还要采用元控制, 通过元推理机利用元规则来指导目标推理机(即使用领域知识推理的推理机)对问题进行求解. 推理开始时, 通过元控制确定调用哪个类进行推理, 确定后编译该类的参量文件和规则文件, 按照实际的参量数和规则数分配内存空间, 将该类的参量与规则装载到内存中. 当这个类的推理结束后, 将结果加入黑板以供其它与之有关的类使用该类的推理结果, 然后按照元控制继续调用其它类进行推理, 直至达到最终的目标.

4 知识库解释系统

推理过程中, 将不断向用户提问, 并需要向用户提

供如何输入值的提示信息, 这可该该参量的 PROMPT 部分显示给用户即可. 当向用户询问某参量值时, 还需要向用户解释询问该值的理由. 解释的格式有 2 种: ①推理过程中要计算参量 A 的值, 而参量 B 是计算参量 A 的公式中的一个参数, 因而需要知道参量 B 的值. ②推理过程中要求证参量 A, 而参量 B 是求证参量 A 的规则中的一个前提, 因而需要知道参量 B 的值.

ESAPTECP 知识库解释系统不仅包括对询问某一参量值时的解释, 而且还包括对推理结果的解释. 对推理结果的解释是将推理过程中成功匹配的规则显示出来, 可以将所有规则按推理顺序全部显示出来, 也可以根据用户的要求显示某一条规则. 显示内容包括规则的内容(用文字描述)、规则表名称和规则号.

5 知识库管理系统

知识库管理系统用于实现知识的增加、修改、删除或查询. 在 ESAPTECP 中知识以文件的形成存在, 当增加、修改、删除或查询知识时, 可直接打开有关的文件进行操作, 这适合于很熟悉该系统的人员. 对于一般的用户, 可采用对话框的形式. 当在类选择混合框中选择一个类时, 在推理目标、参量、规则、推理路径这些组中就显示出这个类的概况. 进一步操作对话框中的按钮, 可以增加、修改、删除类、元规则、参量及规划等.

6 结束语

ESAPTECP 是在 Windows 环境下开发的, 具有良好的人机界面, 系统易学易懂, 容易操作. 由于 ESAPTECP 中的推理机的设计并不依赖于知识的具体形式, 因而可以对 ESAPTECP 中的知识进行扩充, 增加水环境规划、生态环境规划等方面的知识, 将系统扩展成为一个全面的环境规划的专家系统.

参 考 文 献

- 1 陈文颖, 方栋. 城市环境与城市生态, 1995, 8(3): 30
- 2 Wenying Chen, Dong Fang. An Expert System of Air Pollution Total Emissions Control Planning. Proceedings of the Eighteenth Pacific Science Congress. 1995: 347
- 3 刘恢先, 刘西拉等. 工程建设中智能辅助决策系统. 北京: 中国建筑工业出版社, 1992: 146—153

Study on Knowledge Base Subsystem in the Expert System of Air Pollution Total Emissions Control Planning.

Wenyang Chen and Dong Fang (Institute of Nuclear Energy Technology, Tsinghua University, Beijing 100084); *Chin. J. Environ. Sci.*, 17(6), 1996, pp. 74—76

In this paper, the basic design idea of knowledge base in the Expert System of Air Pollution Total Emissions Control Planning (ESAPTECP) was discussed. The knowledge base in ESAPTECP was divided into meta-knowledge base and domain knowledge base. The former consists of category file and meta-rule file, the latter is composed of rule file and variable file. Moreover, how to design and achieve knowledge base deduction inference system, knowledge base explanation system and knowledge base management system was introduced.

Key words: expert system, knowledge base system, total emissions control planning.

The Influence and Countermeasure of Coal Mining on Environment Disaster in the Ecological Vulnerability Region Shenfu-Dongshen Coal Field. Zhang Hanxiong (Institute of Soil and Water Conservation, Chinese Academy of Sciences, Yangling, Shaanxi 712100); *Chin. J. Environ. Sci.*, 17(6), 1996, pp. 77—79

Shenfu-Dongshen coal field is a worst vulnerability region of loess plateau in an ecological environment. Based on an investigation study on environment in the coal mining areas, an influences of coal mining on ecology environment of the region was analyzed. The results showed that the artificial environment disaster which includes sand flood, soil erosion, flood, river siltation, water pollution, landslide, mud-rock flow, all are remarkably rised since coal

mining in 1987, and the ecological environment of coal mining area has been deteriorating. Some suggestion and countermeasures on synchro-developing of coal mining and environment reclamation in the area also presented in the paper.

Key words: ecological environment vulnerability region, Shenfu-Dongshen coal field, coal mining, artificial environment disaster.

Systematical Analysis on the Principles of AB Process.

Shen Yaoliang et al. (Suzhou Inst. of Urban Construction and Environ. Protection, Suzhou 215008); *Chin. J. Environ. Sci.*, 17(6), 1996, pp. 80—82

Based on the flow-sheet and main characteristics of AB process, this paper analyzed the three basic principles systematically, i. e. open-to-out system principle, dynamic principle of biological reaction and biomass separation principle of the process. Based on the open-to-out system principle, AB process utilized fully the microbes which accounts for 15%—20% to the biomass in A-stage aeration bond; based on the reaction dynamics, AB process applied two reactors which are operated in series resulting in the reduction of total reaction volume of more than 38%. According to the requirements to the environmental factors of different biomass, AB process separates the biomass under different condition leading to more effective and stable treatment. It was practically showed that the AB process is much lower in capital investment (15%—25%), land requirement (10%—15%) and in operational cost (15%—25%).

Key words: wastewater treatment, AB process, principle analysis, application.