

左秀峰 编著 缪立新 主审

NCL语言与 POEM优化计算平台 简明教程

清华大学出版社

左秀峰 编著

NCL语言与 POEM优化计算平台 简明教程

清华大学出版社
北 京

内 容 简 介

NCL 语言和 POEM 系统是一种全新的计算机语言及其开发工具,它采用数理逻辑语言描述问题业务逻辑,是快速解决问题的智能化建模优化工具。本书全面描述了 NCL 语言的语法、建模流程和 POEM 系统的配置与操作。通过在生产与物流的管理中处理问题、建模、优化计算解决问题、结果可视化演示、系统集成等内容的案例分析,使读者在掌握 NCL 语言和 POEM 平台的同时,获得分析复杂实际问题的数理逻辑建模和混合集合规划方法,提高分析问题和建模优化的能力。

本书共分 10 章,第 1 章介绍 POEM 平台及其核心 NCL 语言;第 2 章详细讲解 NCL 语言的基本体系和原理方法;第 3 章介绍 NCL 语言的开发平台 POEM 的使用方法;第 4 章讲解 NCL 建模和求解的方法及过程;第 5 章介绍 POEM 的可视化功能 PoemView;第 6 章为 NCL 的优化逻辑实例分析;第 7~9 章分析 NCL 语言在解决生产排程、多式联运及人力资源安排等实际问题中的建模优化应用分析过程;第 10 章讲解 POEM 系统与其他软件集成的方法。

本书可作为高等院校系统工程、管理科学与工程、计算机及相关工程技术、管理类专业本科生或研究生的教材,也可作为从事管理及工程技术等方面工作的人员培训和科学研究参考用书。

版权所有,侵权必究。侵权举报电话:010-62782989 13701121933

图书在版编目(CIP)数据

NCL 语言与 POEM 优化计算平台简明教程/左秀峰编著.--北京:清华大学出版社,2013
ISBN 978-7-302-33671-6

I. ①N… II. ①左… III. ①系统建模—计算机辅助技术—教材 IV. ①TP391.9

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 206339 号

责任编辑:冯 昕 洪 英

封面设计:傅瑞学

责任校对:王淑云

责任印制:刘海龙

出版发行:清华大学出版社

网 址: <http://www.tup.com.cn>, <http://www.wqbook.com>

地 址:北京清华大学学研大厦 A 座 邮 编:100084

社总机:010-62770175 邮 购:010-62786544

投稿与读者服务:010-62776969, c-service@tup.tsinghua.edu.cn

质 量 反 馈:010-62772015, zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn

印 刷 者:三河市君旺印装厂

装 订 者:三河市新茂装订有限公司

经 销:全国新华书店

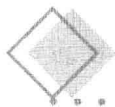
开 本:170mm×230mm 印 张:20.25 字 数:382 千字

版 次:2013 年 11 月第 1 版 印 次:2013 年 11 月第 1 次印刷

印 数:1~2000

定 价:45.00 元

产品编号:052660-01



前言

进入 21 世纪,由我国留法学者周建阳博士发明的智能化 NCL 语言及其开发工具 POEM 问世。NCL 是一种全新的智能化逻辑建模优化工具,它面向高层次建模,省去繁复的底层算法分析,能够快速解决管理建模和智能优化问题。POEM 作为智能化的建模优化工具,为分析问题、优化方案、解决问题发挥出越来越大的作用。这一成果得到了科技界和企业界的认可和重视,并获得广泛应用。

作者在 2008 年的一次全国学术交流会议上第一次接触 NCL,立即被 NCL 的智能化逻辑建模优化功能所吸引,之后将 NCL 及 POEM 平台应用到科研与教学的工作中。NCL 语言强大的智能逻辑推理功能和建模编程的简洁自然使用户能够专心问题内在逻辑的研究,而编程融在逻辑建模的分析过程之中,大大减轻了将模型翻译成计算机程序的工作量,省去了底层算法分析。所以,从事管理和专业技术工作人员都可以轻松地学习使用 NCL 语言,减少对专业编程人员的依赖,构建出解决各自专业领域问题的模型程序。同时,NCL 的组件及计算服务器功能又能够非常容易地将所建立的解决各种问题的模型程序嵌入到专业信息系统或决策支持系统程序中,为各种专业问题及管理优化决策问题提供分析平台。作者在积极推进 NCL 语言教学的过程中,感到非常需要编写一本适合初学者的教材,将 NCL 强大的功能和优势传播给更多的人,让各领域专业人员自然地构建处理专业问题的模型程序,解决遇到的各种问题;让软件专业人员能够更加方便灵活地集成实际复杂问题的业务逻辑,构建适应性强的软件系统框架,编出功能强大、界面友好、人机互动的应用软件。

作者已经在北京理工大学管理与经济学院为本科生开设了“NCL 语言与 POEM 优化计算实验”课程。出版 NCL 语言及应用教材的想法得到了 NCL 语言发明者周建阳博士及其团队的赞同和

帮助,他们为作者提供了大量的相关资料。作者于 2011 年 6 月着手准备,历经了 NCL 语言的开发工具 POEM 由 2.9 版到 3.2 版,由 32 位系统到 64 位系统的升级过程,经过初稿和多次修改,将 NCL 语言、可视化功能 Poem View、系统集成等全面地展示在读者面前,将教学中的经验、体会融入教材中。

本书全面描述 NCL 语言的语法、建模流程和 POEM 系统的配置与操作。通过在生产与物流的管理中处理解决问题、建模优化计算、结果可视化演示、系统集成等内容的案例分析,使读者在掌握 NCL 语言和 POEM 平台的同时,获得分析问题和建模优化的实际方法,提高自身的能力。

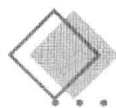
本书共分 10 章,第 1 章绪论,介绍 POEM 平台及其核心 NCL 语言;第 2 章自然约束语言 NCL,详细讲解 NCL 语言基础、基本语句规则和求解搜索机制;第 3 章 NCL 编程平台 POEM,介绍 NCL 语言开发平台 POEM 的过程配置、模型库、信息表、程序调试等使用工具和方法;第 4 章基于 NCL 的建模和求解,讲解 NCL 建模的工程化方法、求解组合问题模型抽象和混合集合约束推理与规划的案例分析过程;第 5 章 POEM 图形,介绍 PoemView 图形交互对象及其应用;第 6 章 NCL 优化逻辑实例分析,讲解 5 个 NCL 优化逻辑案例;第 7~9 章分析 NCL 语言在处理生产排程、多式联运及人力资源安排等实际问题中的建模优化应用过程;第 10 章讲解 POEM 组件和计算服务器与其他软件集成的方法。

通过本书的学习,读者可掌握 NCL 语言和 POEM 软件工具,获得分析复杂实际问题的数理逻辑建模和混合集合规划方法,提高建模分析和优化求解能力,快速解决实际工作中的问题,提高工作效率和水平。

最后,欢迎读者提出宝贵的意见和建议,邮箱 zxf200303@bit.edu.cn。

作 者

2013 年 8 月于北京



目录

第 1 章 绪论	1
1.1 NCL 与开发平台 POEM	1
1.2 NCL 框架	2
1.2.1 NCL 语言类型与特点	2
1.2.2 NCL 语言算法体系	4
1.2.3 NCL 语言功能	5
1.3 POEM 功能	6
1.4 POEM 操作	7
1.4.1 POEM 运行环境和安装文件	7
1.4.2 POEM 界面	8
1.4.3 在线帮助	13
1.5 基于 POEM 的问题处理过程	15
第 2 章 自然约束语言 NCL	16
2.1 NCL 语言基础	16
2.1.1 NCL 基本词法	16
2.1.2 NCL 变量和数据类型	18
2.1.3 NCL 数学符号编码	23
2.1.4 NCL 数学表达式与函数	25
2.2 NCL 基本句法规则	34
2.2.1 NCL 程序结构	34
2.2.2 NCL 程序控制机理	36
2.2.3 NCL 声明语句	38
2.2.4 NCL 基本语句	40
2.2.5 NCL 控制语句	49

2.3	NCL 程序求解机制	69
2.3.1	NCL 程序求解阶段	69
2.3.2	NCL 程序求解规则	70
2.3.3	NCL 程序求解示例	73
第 3 章	NCL 编程平台 POEM	83
3.1	POEM 工程配置	83
3.2	POEM 模型库及模型库	88
3.3	POEM 信息表	89
3.4	POEM 查看与调试	93
3.5	POEM 跟踪窗与工作模式	97
3.5.1	POEM 跟踪模式	98
3.5.2	POEM 跟踪窗口的信息及识别	100
3.5.3	POEM 消息与管理	101
第 4 章	基于 NCL 的建模和求解	105
4.1	工程化建模	105
4.1.1	工程化建模的基本思想	105
4.1.2	工程化建模系统的集成	110
4.2	组合问题模型抽象	112
4.3	NCL 混合集合约束推理与规划	127
4.3.1	混合集合约束推理	127
4.3.2	规划问题求解	135
第 5 章	POEM 图形	150
5.1	PoemView 图形对象类型	150
5.2	基本图形对象	151
5.3	复合(高级)图形对象	158
5.4	Script 对象	173
第 6 章	NCL 优化逻辑实例分析	177
6.1	高尔夫球对抗赛日程	177
6.2	货船装载任务安排	180

6.3	车间任务排序	185
6.4	带时间窗的取货与送货	193
6.5	松弛逻辑与二次优化	208
第 7 章	生产排程优化	222
7.1	问题描述	222
7.1.1	制造企业生产排程的概念	222
7.1.2	复杂产品制造企业生产调度的特点	223
7.2	问题业务逻辑分析	224
7.2.1	系统元素对象及其逻辑关系分析	224
7.2.2	生产排程问题的目标和约束条件	225
7.3	生产排程优化建模	227
7.3.1	优化目标	227
7.3.2	约束条件	228
7.4	数据逻辑分析	230
7.4.1	资源类及属性	230
7.4.2	作业任务类	231
7.4.3	工序类	231
7.5	NCL 建模	233
7.6	输入数据及输出结果	237
第 8 章	多式联运优化	249
8.1	业务逻辑	249
8.1.1	问题描述	249
8.1.2	优化问题分析	250
8.2	数据结构	256
8.2.1	数据逻辑	256
8.2.2	数据输入	257
8.3	NCL 建模	261
8.4	案例实验	265
8.4.1	案例数据信息	265
8.4.2	案例结果	267

第 9 章 人力资源优化	269
9.1 业务逻辑	269
9.1.1 问题描述	269
9.1.2 优化问题分析	270
9.2 数据结构	275
9.2.1 数据逻辑	275
9.2.2 数据输入	276
9.3 NCL 建模	281
9.4 案例实验	284
9.4.1 数据信息	284
9.4.2 案例结果	287
第 10 章 POEM 系统与其他软件的集成方法	288
10.1 POEM ActiveX 控件	288
10.1.1 ActiveX 及应用	288
10.1.2 基于 C# 的 ActiveX 控件集成	289
10.1.3 ComPoem 优化计算组件	290
10.1.4 PoemView 可视化组件	293
10.2 POEM 计算服务器	297
10.2.1 PoemServer 介绍	297
10.2.2 PoemServer 界面	297
10.2.3 PoemServer 配置	299
10.2.4 Script 对象内容及与 PoemServer 的接口示例	301
10.2.5 通过 URL 方式访问 PoemServer 示例	303
10.3 系统集成示例	304
10.3.1 C# 与 ComPoem、ComView 及 PoemServer 的 集成说明	304
10.3.2 用 C# 构建 PoemServerComView 项目	305
参考文献	312
后记	313

绪 论

1.1 NCL 与开发平台 POEM

NCL(Natural Constraint Language)是一种基于数理逻辑进行自然描述建模,并依据搜索策略求解优化问题的计算机语言。

POEM(Programming in Operational and Expressive Models)系统是一个以 NCL 为核心的集建模、可视化、模型诊断、测试、部署于一体的软件平台。

NCL 的语言原型源于周建阳博士 1997 年 12 月提交给第三届国际系统科学和系统工程会议及 1998 年 3 月提交给国际逻辑规划协会的官方杂志《The Journal of Logic Programming》的论文,该文于 2000 年在国际逻辑编程协会的官方杂志《Journal of Logic Programming》发表;其中文专著《自然约束语言》于 2009 年由科学出版社出版;英文专著《The NCL Natural Constraint Language》于 2012 年由著名出版商 Springer 出版。著名计算机语言 Prolog 之父 Alain Colmerauer 对 NCL 的感受是“以 Tex 语言作为形式化的基础,NCL 令我沉浸于数学与逻辑的宇宙中。我能看到漂亮的数学公式!事实上 NCL 大体上合并了一阶逻辑与集合运算”;法国国家信息与控制研究院(INRIA)主席兼执行总裁 Michel Cosnard 推荐说:“运筹学、人工智能、约束规划及逻辑规划学界将对 NCL 一书产生浓厚兴趣……NCL 一书提供了工业化应用的理论基础,可吸引了众多工程师的兴趣”。

POEM 是由以周建阳、周建德为核心成员的团队开发,并由法国 ENGINEST 公司(www.enginest.com)完成商品化的软件平台。经过十余年的发展,NCL 从最初几万行 C++ 代码原型发展到现今的一百余万行代码的 POEM 软件平台,技术已趋于成熟,并获得从理论界到实业界越来越多的认可和喜爱。

以 NCL 为核心的 POEM 平台求解系统如图 1-1 所示,它将智能语法分析器(Parser)、精确的解算器(Solver)、高效的求解规则(Rules)三项技术集成为一体,实现了稳定求解大规模复杂问题的有效方法。智能语法分析器提供了简洁高层级的数学建模支持平台,精确的解算器提供了严谨完备的系统解算工具,利用高效的

求解规则可构建快速个性化的规范求解算法程序。Parser 与 Solver 相结合,用简洁的数学模型自然清晰地定义问题,Rules 与 Solver 相结合,用业务逻辑规范求解空间和求解过程。

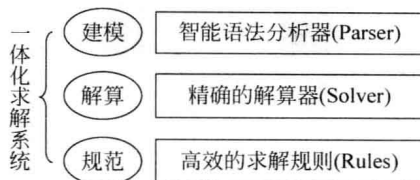


图 1-1 以 NCL 为核心的 POEM 求解系统

1.2 NCL 框架

NCL 语言以一阶逻辑为根基,超越“线性建模”与“数值域”,直接以数理逻辑的自然语言形式描述“研究对象”,支持问题自身内在逻辑的自然建模。NCL 语言将数据类型扩展到包含数值类型的布尔、日期/时间、集合类型的混合域。能够进行数值约束、布尔逻辑、量词、函数、日期/时间、集合运算等逻辑表达和运算。

1.2.1 NCL 语言类型与特点

NCL 是一门基于常规数理逻辑、求解约束满足及优化问题的描述型计算机语言,与过程型语言及其他声明型语言不同,见图 1-2 计算机语言的分类。NCL 集优化计算、逻辑编程与求解规则于一体,可自然地对问题建模,并采用混合集合规划(Mixed Set Programming)算法对问题求解。

NCL 语言具有以下特点。

(1) NCL 以智能语法分析器为支撑,支持以常规数理逻辑为语法的自然建模。①人工智能的模式识别技术广泛应用于 NCL 的语法分析、语义识别、模型诊断及模型优化上,支持对问题进行高度简洁的描述,确保可读性、完备性及严谨性,使基于 NCL 的编程文档化;②文档化的程序支持简洁清晰的业务逻辑描述,使编程者将精力用于高层业务逻辑层级的模型设计,而无需在低层级的算法细节上停滞;③用户可采用标准的数理逻辑对问题进行建模求解。

(2) 混合集合规划构成 NCL 的算法内核。①NCL 支持在实数、整数、布尔值、逻辑指针、日期/时间及集合类型的混合域上的全局推理;②支持一阶逻辑,包括数值运算、量词逻辑、布尔逻辑、集合推理、日期/时间推理、逻辑函数等;③用于

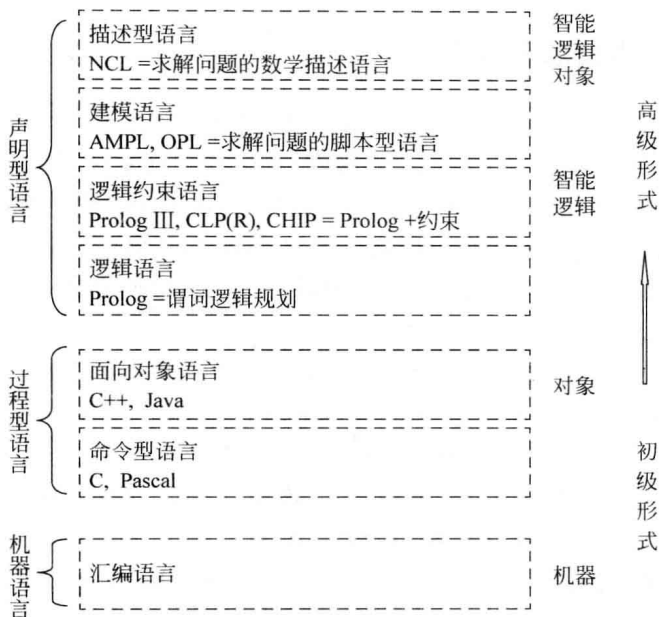


图 1-2 计算机语言的分类

处理混合约束满足问题。对复杂的工业问题可直接在业务逻辑层面建模并求解，而不必做线性转化后再求解。

(3) NCL 支持基于规则的求解，支持对搜索的逻辑控制、软约束、多目标优化、近似解、启发式方法等。①在不同的业务领域存在经验性的业务规则，可将业务规则用于 NCL 的求解规则，以规范在搜索树上的求解；②运筹学的求解研究衍生出丰富的启发式求解规则，如最小松弛度、最小遗憾度、贪婪性搜索等；③NCL 可灵活地将业务规则以自然的方式与运筹学模型相结合，以规避组合爆炸。用户可高度简洁地对求解规则进行编程。

(4) NCL 内嵌 SQL 语言，实现与数据库的无缝连接。使用 NCL 语言可直接对数据库进行读取、插入、修改、删除等操作，大大简化数据接口，方便对大规模数据的管理，使系统集成变得简单方便。SQL 技术使 NCL 模型可基于数据库驱动，利于优化模型系统开发的软件工程化，使优化模块参数化、部件化、通用化、轻巧化。

(5) NCL 支持 COM 与 HTTP 服务器技术，系统集成方便灵活。优化引擎和可视化引擎采用基于 COM 技术的 ActiveX 组件实现，可以与 C++、VB、Java、C# 等多种开发语言集成。通过 PoemServer 集成方式，可以方便地实现 B/S 和 C/S

结构下的优化系统集成。

1.2.2 NCL 语言算法体系

NCL 语言的算法体系分为底层算法和高层算法。

NCL 语言的底层算法嵌入在求解器内,求解基于搜索树,构成完备的搜索策略。搜索过程并非简单枚举,而是先切削、再分支,依据逻辑约束尽量压缩可行域。

NCL 语言的高层算法是面向问题的求解策略,包括问题分解迭代方法及求解规则。求解规则就是选择决策变量的考察顺序(查询准则)和确定变量变化的方式(枚举方式)。高层算法是由用户编程实现的。

NCL 一阶逻辑的推理机制有量词的动态量化控制逻辑推理,逻辑分支、条件式的逻辑推理,建模的有效简化、逻辑化的布尔逻辑推理,可有效简化对象化建模的集合逻辑推理,以及支持模块化建模的用户自定义逻辑函数逻辑推理。自定义逻辑函数可使用户定义封装好的逻辑运算,可递归定义、递归建模、递归推理,支持动态的问题分解,支持封装逻辑控制的局域推理。

用户只需要运用高层算法表达、分析、处理实际问题,可抽象为各种资源优化的建模及算法分析,如图 1-3 所示。

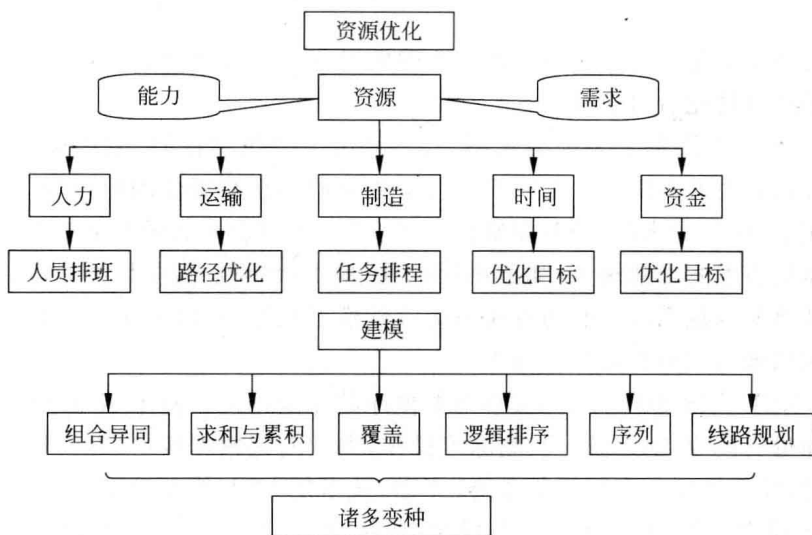


图 1-3 NCL 资源优化的典型算法

NCL 能有效地求解各类组合优化、计划与排程、线性和非线性问题,在实现经典运筹学算法的基础上,支持实现现代智能算法以及启发式算法。

1.2.3 NCL 语言功能

在实际问题中,线性模型的使用范围非常有限,而非线性模式则可以解决较大范围的问题。许多问题难以仅用线性模型与数值型(实数,整数,0-1)变量来表达。NCL 提供的混合集合规划旨在超越线性模型与数值域、对复杂问题进行对象化建模。

源于逻辑规划(Logic Programming)与约束规划(Constraint Programming)的混合集合规划是以一阶逻辑与集合推理为算法框架的逻辑求解系统,它将量词、布尔逻辑、数值运算、集合运算、日期/时间推理与逻辑函数等集成于一个系统,实现从数值域过渡到布尔值、逻辑指针、日期/时间、集合类型的混合域上的全局推理,对问题进行建模和求解。

混合集合规划是 NCL 在运筹学算法方面的最大创新,它支持实数、整数、布尔值、索引及集合类型上的复杂约束,支持一阶逻辑、集合推理、实数域数值分析等。因此,NCL 可以处理复杂问题的建模与分析,其复杂性体现在三方面。①问题的数域为复合域,涉及实数、整数、布尔值、索引及集合类型等;②问题涉及的复合域的约束种类繁多;③混合集合规划的特性使得 NCL 可以对大规模的复杂问题进行高度简洁的描述,不仅保证对大规模问题的求解,还保证求解的精度和速度。

NCL 语言的功能如下。

(1) NCL 具有智能模式识别的功能

NCL 是一门以数理逻辑为语法的分析、计算、处理运筹学问题的自然语言。NCL 能够自动识别变量的类型,无需先声明变量后再使用变量,不涉及底层算法。用户可直接按数学的逻辑表达式建立模型程序和求解。NCL 可以自动对上下文进行语法与语义分析,将标准的数理逻辑表达式智能地匹配到 NCL 运筹学算法库中的相应算法。

NCL 可以智能地对用标准数理逻辑描述出来的模型进行自然语法分析及语义识别,保证描述模型的简洁性和可控性,减少人工在底层算法的烦琐工作量,帮助人们对模型的理解与改善。

(2) NCL 语言含有逻辑规划功能

逻辑规划技术保证了对复杂系统描述的完备性及严谨性,可以挖掘尽可能多的潜在约束和逻辑关系,利用尽可能多的信息,避免描述业务逻辑的困难,保证模型的严谨性。

(3) NCL 支持启发式规则编程

NCL 可以灵活地将业务规则以自然的方式与运筹学模型相结合,并强化对模

型的求解；NCL 能够简洁地描述求解规则，即简单灵活地实现对搜索树的逻辑控制，包括对分支(branch)方法、回溯(backtrack)方法、二叉树常规搜索、重启搜索树、带条件的选枝等搜索模式的逻辑控制；NCL 可实行软约束(soft constraint)的控制、对多目标优化及优化步长的控制，以及对近似解的控制等。

(4) NCL 具有传统程序语言的功能特征

NCL 具有分支结构(switch)、循环(forall)结构、跳转语句(jump)、子程序(submodel)、函数(function)、宏调用(included)等控制功能，使 NCL 真正成为一门编程语言，而不仅仅是建模语言。

NCL 高度整合人工智能(Artificial Intelligence)、运筹学(Operations Research)及逻辑规划(Logic Programming)于一体，可以求解路径优化(VRP)、多式联运优化(MMTP)、高级生产排程(APS)、人力资源优化(HRO)等许多复杂问题。

1.3 POEM 功能

POEM 整合了逻辑和优化引擎 NCL 与可视化引擎 Visual Script 于一体，为 Windows 下的用户提供了一个开发及应用平台。使用 POEM 平台，用户可用 NCL 语言编写自己的优化程序，并进行诊断和测试；优化结果用可视化的图表展示。

POEM 是 NCL 的高效实现。POEM 整合了 NCL 编辑器(Edit)、工程管理器(Project manager)、信息表(Information tables)、调试器(Debugger)、消息处理器(Message handler)及结果图视窗(Solution viewer)等，提供了一个快速开发、调试、测试、建档、部署与维护的完整平台。

POEM 具有以下功能特点。

(1) POEM 提供丰富的调试诊断工具

POEM 具有模型诊断功能，可以自动对用户的建模进行诊断分析，并提供各种提示信息，产生引导性的模型改进建议，以便建立更加紧凑的模型。POEM 还具备快捷查看(Quick watch)、浏览器(Browser)、约束调试(Constraint debugger)、可视化调试(Visual debugger)等功能，提供方便跟踪模型求解过程的诊断手段。

(2) POEM 具有可视化引擎 PoemView

可视化引擎 PoemView 可以直接使用 NCL 语言编程输出，实现可视化引擎与优化引擎的无缝连接。POEM 中有对空间进行管理的地图对象和对时间进行管理的甘特图对象，从而支持用户对时间和空间的管理。

可视化引擎 PoemView 支持直觉式交互，界面简洁、友好，易于用户使用。通过可视化引擎，优化结果可以用地图或甘特图进行展示。在地图上，支持直接选

定、取消仓库对象,删除、插入、移动订单或卡车对象。在甘特图上不仅支持删除、添加订单或卡车对象,还支持直接拖动对象等操作。

(3) POEM 具有系统集成支持组件

POEM 软件包包括 POEM 开发平台、逻辑及优化组件 ComPoem、可视化组件 PoemView、优化计算服务器 PoemServer 及 POEM 模型库等。POEM 支持开发组件化、可参数化的解决方案模块。用 POEM 开发企业资源优化解决方案非常方便,用户可根据具体市场需求用 NCL 及 PoemView 对应用模块进行二次开发及个性化改造。

1.4 POEM 操作

POEM 的设计遵从软件设计标准。通过工程管理器(Project manager),用户可在工作区窗口中同时管理多个工程,并且可通过模型夹(Model folder)遍历浏览工程目录。POEM 通过信息表、消息及调试器与用户交流信息。用户借助 POEM 的信息表可查询运行中的模型结构、系统信息、NCL 常量、变量及约束等信息;通过 POEM 调试器,编程者可动态地跟踪 NCL 模型的运行过程。快捷查看和浏览器允许用户查看或浏览 NCL 的表达式及其取值;约束调试器允许用户随时跟踪约束失败等运行状况;可视化调试器允许用户以直觉式方式跟踪问题的求解;结果图视窗可使用户对结果进行观察分析。

1.4.1 POEM 运行环境和安装文件

1. POEM 运行环境

硬件环境。最理想的硬件环境是在单独的服务器上运行,也可以在单独的 PC 上运行。PC 的推荐配置如下。

- (1) CPU,单核主频 3GHz 以上;双核主频 2GHz 以上;二级缓存 2MB 以上。
- (2) 内存,DDR2 3GB 以上。
- (3) 硬盘,7200r/min 以上,容量 80GB 以上。

软件环境。NCL 模型对软件环境要求较少。具体要求包括以下几项。

- (1) 操作系统为 Microsoft Windows 2000 以上操作系统,如 Microsoft Windows XP、Microsoft Windows 8、Microsoft Windows Server 2003 等。
- (2) Poem 平台软件可执行文件,包含 NCL 引擎和可视化图形引擎。
- (3) ComPoem 组件,这里包含 NCL 引擎,用于优化计算。
- (4) PoemView 组件,用于结果的可视化。

(5) PoemServer 服务器,内嵌 NCL 优化引擎,支持 B/S 或 C/S 架构下的系统集成,支持网络 URL 方式的访问。

(6) Shapefile 格式的地图数据。

2. POEM 安装文件

POEM 的安装文件如表 1-1 所示。

表 1-1 POEM 安装文件说明

文 件 名	说 明
POEM_Setup.exe	POEM 安装程序
NetLockServer_Setup.exe	POEM 网络锁服务安装程序
安装说明书.pdf 文件	安装说明文档,即本文档
SN.txt	软件序列号

POEM 的安装和启动与其他软件的安装和启动类似,在此不再赘述。

1.4.2 POEM 界面

启动 POEM 后,出现如图 1-4 所示的 POEM 软件的主界面。

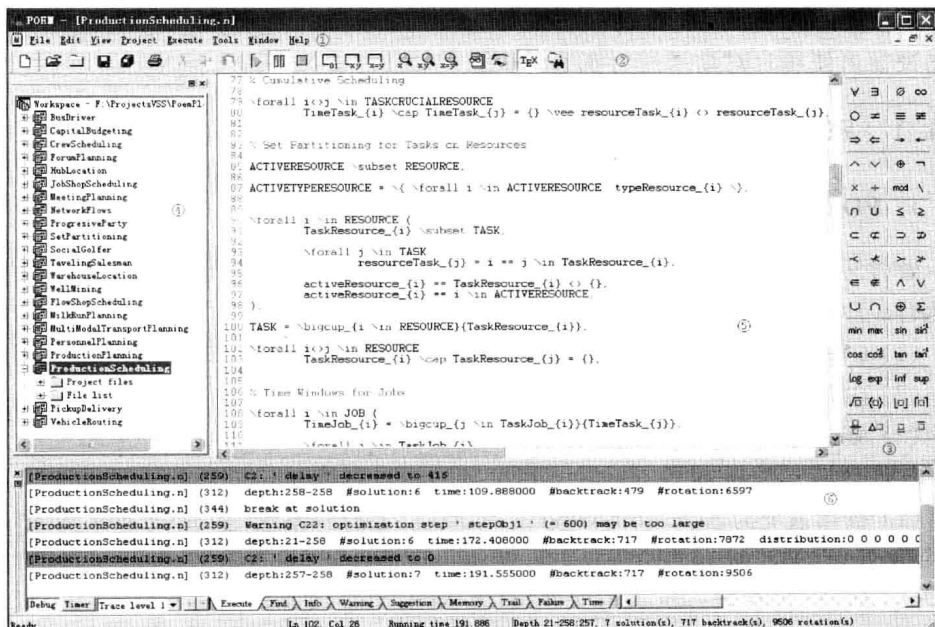


图 1-4 POEM 图形主界面