

[文章编号] 1009-2846 (2009) 02-0023-03

MA TL AB 优化工具箱在工程投资中的应用

叶楠, 于乾贤

(吉林省水利科学研究院, 吉林 长春 130022)

[摘要] MA TL AB 以其强大的功能几乎在各行各业中得到广泛的应用, 其中的优化工具箱在解决优化问题时也显示出很大的优势。本文将简单地介绍 MA TL AB7. 0 中优化工具箱的功能及使用方法, 并结合实例说明其在优化工程投资中的应用。

[关键词] MA TL AB; 优化工具箱; 工程投资

[中图分类号] F403. 5

[文献标识码] B

随着经济、技术的发展, 工程技术、管理人才在实际工作中常常会面临这样一类问题: 在工程设计中, 怎样选取参数使得设计既满足要求又能降低成本; 在资源分配中, 怎样的分配方案既能满足各方面的基本要求, 又能获得很好的经济效益; 在生产计划安排中, 选择怎样的计划方案才能提高产值和利润; 在原料配比中, 怎样确定各种成分的比例才能提高质量、降低成本; 在城建规划中, 怎样安排工厂、机关、学校、商店、医院、住宅和其他单位的合理布局, 才能方便群众, 有利于城市各行各业的发展。这类问题的共同点就是选出最合理、达到事先预定的最优目标方案, 这就使得工程优化问题显得尤为重要。而 MA TL AB7. 0 中的优化工具箱 (Optimization Toolbox) 以其强大的辅助优化计算与设计功能, 可为工程优化问题提供了巨大的便利。

1 MA TL AB7. 0 优化工具箱简介

1. 1 优化工具箱功能

MA TL AB7. 0 中的优化工具箱中含有一系列的优化算法函数, 这些函数拓展了 MA TL AB7. 0 数字计算环境的处理能力, 可以解决以下工程实际问题: 求解无约束条件非线性极小值; 求解约束条件非线性极小值; 求解二次规划和线性规划问题; 非线性最小二乘逼近和曲线拟和; 非线性系统的方程求解; 约束条件下的线性最小二乘优化; 求解复杂结构的大规模优化问

题。

1. 2 优化工具箱使用步骤

用 MA TL AB7. 0 优化工具箱解决实际工程问题可概括为以下三个步骤:

根据所提出的最优化问题, 建立最优化问题的数学模型, 确定变量, 列出约束条件和目标函数 (指标函数和性能函数)。

对所建立的模型进行具体分析和研究, 选择合适的最优化求解方法。

根据最优化方法的算法, 列出程序框图、选择优化函数和编写语言程序, 用计算机求出最优解。

1. 3 优化工具箱在解决有约束非线性最优化问题中的应用

有约束非线性最优化问题的数学描述为

$$\min_{x, G(x) \leq 0} F(x)$$

其中 $x = [x_1, x_2, \dots, x_n]^T$, 该数学表示的含义为求取一组 x 变量, 使得最优化目标函数 $F(x)$ 为最小, 且满足约束条件 $G(x) \leq 0$ 。这里约束条件很复杂, 可以是等式约束, 也可以是不等式约束等。

约束条件可进一步细化为线性等式约束 $A_{eq}x = B_{eq}$, 线性不等式约束 $Ax \leq B$, x 变量的上界向量 x_M 和下界变量 x_m , 使得 $x_m \leq x \leq x_M$, 还允许一般非线性函数的等式和不等式约束。

MA TL AB7. 0 最优化工具箱中提供了 `fmincon()` 函数, 专门用于求解各种约束下的最优化问题。该函数的调用格式为:

[收稿日期] 2008-11-03

[作者简介] 叶楠 (1982-), 男, 江苏睢宁人, 硕士研究生, 毕业于扬州大学水利水电工程专业, 现主要从事水利水电工程设计及科研工作。

$[x, fopt, key, c] = fmincon(F, x0, A, B, Aeq, Beq, xm, xM, Cfun, OPT);$

其中 F 为目标函数的 M 函数, x_0 为初始搜索点。各个矩阵约束不存在则用空矩阵来占位。 $Cfun$ 为给非线性约束函数写的 M 函数, OPT 为最优化工具箱的控制选项; 最优化运算完成后, 结果在变量 x 中返回, 最优化的目标函数将在 $fopt$ 变量中返回。

2 工程投资问题实例

在工程投资中, 资金的最优使用和资金投资优化组合是常常遇到的问题, 下面有一资金最优使用方案问题, 我们将运用优化工具箱解决该问题, 使其产生最大效益。

2.1 问题的提出

设有 2 130 万元资金用于投资一项工程, 拟分 4 年度完成投资, 若在某年内投资 x 万元, 则可以获得效益 \sqrt{x} 万元 (效益不能再使用), 当年不用的资金可存入银行, 年利率 10%, 如何制定这笔资金在 4 年内的分配方案, 以使 4 年内的经济效益总和最大。

2.2 问题分析

很明显针对现有资金 2 130 万元, 对于不同的使用方案, 4 年内所获得的效益总和是不同的。比如第一年就把 2 130 万元全部用完, 则获得效益总和为 46.15 万元; 若前三年不用这笔资金, 而将其存如银行, 则第四年时的本息和为 $2\ 130 \times (1 + 10\%)^3 = 2\ 835.03$ (万元), 再把它全部用完, 则效益总和为 52.25 万元, 显然比第一种方案多出 6 万多元。所以用最优化方法可以制定出一种最优方案, 使得 4 年懂得经济效益总和为最大。

本问题考虑的是 4 年的经济效益总和最大, 而不是 4 年后的资金总和最大; 另一方面, 资金如果没有被使用, 则不会产生效益。

2.3 模型参数约定

为了方便解决问题, 设 x_1, x_2, x_3, x_4 分别表示第 1、2、3、4 年所投入的资金, 设, 表示按上述分年度投资方案的情况下, 4 个年度产生的效益总和。

2.4 模型的建立

根据工程实例的描述, 模型的目标显然属于利于最大化问题, 为此, 有以下目标函数成立。

目标函数为:

$$\max TO T L E = \sqrt{x_1} + \sqrt{x_2} + \sqrt{x_3} + \sqrt{x_4}$$

满足约束: 某所使用的资金既不能为负值, 也不能超过当年所拥有的资金数 (包含资金产生的利息, 年利率为 10%)。

所以最终资金使用问题的数学模型为:

$$\begin{aligned} \max TO T L E = & \sqrt{x_1} + \sqrt{x_2} + \sqrt{x_3} + \sqrt{x_4} \\ s. & \begin{cases} x_1 \leq 2130 \\ 1.1x_1 + x_2 \leq 2343 \\ 1.21x_1 + 1.1x_2 + x_3 \leq 2577.3 \\ 1.331x_1 + 1.21x_2 + 1.1x_3 + x_4 \leq 2835.03 \\ x_1, x_2, x_3, x_4 \geq 0 \end{cases} \end{aligned}$$

2.5 模型的求解

由于在 MATLAB 优化工具箱中一般都是求最小值, 故上述目标函数可转换为求解:

$$\max TO T L E = \sqrt{x_1} - \sqrt{x_2} - \sqrt{x_3} - \sqrt{x_4}$$

由于目标函数是一个非线性函数, 我们可以用 MATLAB 优化工具箱中的非线性约束优化函数求解, 其形式为:

$$\begin{aligned} \max TO T L E = & \sqrt{x_1} - \sqrt{x_2} - \sqrt{x_3} - \sqrt{x_4} \\ s. & \begin{cases} A \cdot x \leq b \\ lb \leq x \leq ub \end{cases} \quad \text{其中:} \\ A = & \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 1.1 & 1 & 0 & 0 \\ 1.21 & 1.1 & 1 & 0 \\ 1.331 & 1.21 & 1.1 & 1 \end{bmatrix}, \quad x = \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \\ x_3 \\ x_4 \end{bmatrix}, \quad b = \begin{bmatrix} 2130 \\ 2343 \\ 2577.3 \\ 2835.03 \end{bmatrix}, \quad lb = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}, \quad ub = \begin{bmatrix} 2130 \\ 3000 \\ 3000 \\ 3000 \end{bmatrix} \end{aligned}$$

为了便于编辑, 在 MATLAB 中启动 NOTEBOOK, 以实现在 MS-WORD 中调用其优化工具箱, 编写程序如下:

```
%编写目标函数
function y = totle(x)
y = - sqrt(x(1)) - sqrt(x(2)) - sqrt(x(3)) - sqrt(x(4));

%在 WORD 中输入以下程序并选中程序在 notebook 工具栏中点击【Define AtoInit Cell】选项即可生成"自初始化细胞"如下:
clear;
A = [1 0 0 0; 1.1 1 0 0; 1.21 1.1 1 0; 1.331 1.21 1.1 1];
b = [2130; 2343; 2577.3; 2835.03];
lb = zeros(4,1);
```

```
ub = [2130;3000;3000;3000];  
x0 = [100;100;100;100];  
[x,fval] = fmincon('totle',x0,A,b,[],[],  
lb,ub)
```

“自初始化细胞”生成后在 notebook 工具栏中点击【Evaluate Cell】运行结果如下：

Optimization terminated successfully:

x = 448.5656

573.1587

686.4264

789.3980

fval = -99.4161

由计算结果可知：4 年度分年投资分别为 448.5656 万元、573.1587 万元、686.4264 万元和 789.3980 万元，4 年效益总和最大为 99.42 万元，大于 3.2 中提出的方案，达到了效益最大化的目的。

3 结 语

通过对 MATLAB7.0 优化工具箱功能和方

法的描述，结合工程投资的实例，表明了其优化功能在工程优化领域的可行性，大大提高了计算效率。实例计算得出，第 1 年投完所产生效益为 46.15 万元，第 4 年投完所产生效益为 52.25 万元，均小于分 4 年优化投资后产生的效益总和 99.42 万元。

所以，一些业内人士称最优化方法为“不需要增加投入就能增加产出的手段”。MATLAB7.0 优化工具箱在工程优化方面的作用，可见一斑。

参考文献：

- [1] 张志涌等著. 精通 MATLAB6.5 版 [M]. 北京：北京航空航天大学出版社. 2003.
- [2] 张瑞丰等著. 精通 MATLAB6.5 [M]. 北京：中国水利水电出版社. 2004.
- [3] 黄有亮等著. 工程经济学 [M]. 南京：东南大学出版社. 2002.
- [4] 姜蕊辉、华燮煜. MATLAB 中常微分方程初值问题解法剖析 [J]. 应用科技. 2001. 6.

Application of MATLAB optimization toolbox in project investment

Ye Nan, Yu Qian-xian

Abstract: MATLAB with powerful features has been employed extensively in all fields, in which the optimization toolbox solving the optimization problem shows a great advantage. This article briefly introduces the function and use of MATLAB7.0 optimization toolbox, combined with examples of the optimization project investment application.

Key words: MATLAB; optimization toolbox; project investment

(上接第 22 页)

```
int lvl - rt; //每分钟最大变化量，即变化率，如雨量 4mm/min，水位 1000mm/min（浮子式 WFH-2）
```

```
int log - pa; //对数换算关系 A 参数
```

```
int log - pb; //对数换算关系 B 参数
```

```
int exp - pa; //二次曲线 A 参数
```

```
int exp - pb; //二次曲线 B 参数
```

```
int exp - pc; //二次曲线 C 参数
```

```
int tbl - sl; //表选择，0 = 数据表，1 = 二次曲线，3 = 对数曲线
```

```
int table [256] [2]; 水位流量关系表
```

```
unsigned char chksum; //由于通道配置信息要求极高的可靠性，加入校验码，进一步减小错误。
```

```
};
```

4 结 语

水情测报的主要任务是测定灌区河流渠道水位、流量等的变化情况，它是一项基础性工作，提高水情信息采集、传输的质量是我们建设水情测报工作的前提和条件。支持多种通讯方式并用，充分利用国家的信息公共基础设施和相关行业的信息资源，实行优势互补，资源共享，如 GSM 移动通讯网主要在平原等通讯条件较好的地区，VHF 超短波通讯网应用在高山、森林、沙漠等通信盲区，系统可根据通信网络状况，选择网络的使用方式。

参考文献：

- [1] SL61-2003. 水文自动测报系统技术规范（中华人民共和国水利部 2003.5.26 发布）