

标准测试问题优化实验

一、实验目的

使用matlab编程实现罚函数外点法，求解以下标准测试问题（对于每个问题连续求解10次，初始点随机选取次，并采用同时以测试点作为初始点，方便统一检验大家的代码），并与matlab自带的fmincon工具包进行对比，统计最优结果与计算成本（模型迭代次数）（均值、变化范围、中位数、箱线图），进而分析两种算法的特点，最终形成word报告并制作PPT课堂展示。PS：表格为模型校验点。

数值问题描述如下：

- G01 理论最优：-15.00

$$\begin{aligned} \min \quad & f(x) = 5 \sum_{i=1}^4 x_i - 5 \sum_{i=1}^4 x_i^2 - \sum_{i=5}^{13} x_i \\ \text{s.t.} \quad & g_1(x) = 2x_1 + 2x_2 + x_{10} + x_{11} - 10 \leq 0 \\ & g_2(x) = 2x_1 + 2x_3 + x_{10} + x_{12} - 10 \leq 0 \\ & g_3(x) = 2x_2 + 2x_3 + x_{11} + x_{12} - 10 \leq 0 \\ & g_4(x) = -8x_1 + x_{10} \leq 0 \\ & g_5(x) = -8x_2 + x_{11} \leq 0 \\ & g_6(x) = -2x_4 - x_5 + x_{10} \leq 0 \\ & g_7(x) = -2x_6 - x_7 + x_{11} \leq 0 \\ & g_8(x) = -2x_8 - x_9 + x_{12} \leq 0 \\ & 0 \leq x_i \leq 1 (i = 1, \dots, 9, 13) \\ & 0 \leq x_i \leq 100 (i = 10, 11, 12) \end{aligned} \quad (1)$$

表 1 G01目标函数及约束函数的校验值

ID	设计变量值	目标函数值	约束条件
1	[1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1]	-9.000	[-4, -4, -4, -7, -7, -2, -2, -2]
2	[0.5, 0.5, 0.5, 0.5, 0.5, 0.5, 0.5, 0.5, 0.5, 0.5, 0.5, 0.5, 0.5]	0.5	[-7, -7, -7, -3.5, -3.5, -1, -1, -1]
3	[0.1, 0.2, 0.3, 0.4, 0.5, 0.6, 0.7, 0.8, 0.9, 1, 2, 3, 0.5]	-6.5	[-6.4, -5.2, -4.0, 0.2, 0.4, -0.3, 0.1, 0.5]

- G06 理论最优：-6961.81

$$\begin{aligned} \min \quad & f(x) = (x_1 - 10)^3 + (x_2 - 20)^3 \\ \text{s.t.} \quad & g_1(x) = -(x_1 - 5)^2 - (x_2 - 5)^2 + 100 \leq 0 \\ & g_2(x) = (x_1 - 6)^2 + (x_2 - 5)^2 - 82.81 \leq 0 \\ & 13 \leq x_1 \leq 100, 0 \leq x_2 \leq 100 \end{aligned} \quad (2)$$

表 2 G06目标函数及约束函数的校验值

ID	设计变量值	目标函数值	约束条件
1	[15, 15]	0.000	[-100, 98.19]
2	[25, 50]	30375	[-2325.00, 2303.190]
3	[30, 24]	8064	[-886.00, 854.19]

● 压力容器设计问题(Pressure Vessel Design, PVD) **理论最优：8921.57**

压力容器设计问题的优化目标是容器的总造价最小，包括材料、成形和焊接代价。压力容器的总造价可表示为：

$$f(x) = 0.6224x_1x_3x_4 + 1.7781x_2x_3^2 + 3.1661x_1^2x_4 + 19.84x_1^2x_3 \quad (3)$$

其中， x_1 为壳的厚度 T_s ； x_2 为帽的厚度 T_h ； x_3 为内径 R ； x_4 为圆柱部分的长度 L 。

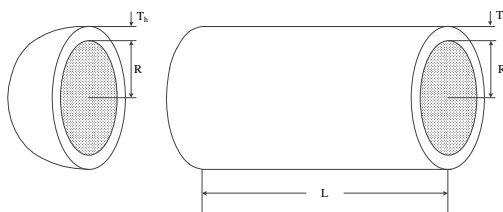


图 1 压力容器设计

设计需要满足以下约束：

$$\begin{aligned} g_1(x) &= -x_1 + 0.0193x_3 \leq 0 \\ g_2(x) &= -x_2 + 0.00954x_3 \leq 0 \end{aligned} \quad (4)$$

$$g_3(x) = -\pi x_3^2 x_1 - \frac{4}{3} \pi x_3^3 + 1296000 \leq 0$$

设计变量的取值范围为： $1.0 \leq x_1 \leq 1.375$ ， $0.625 \leq x_2 \leq 1.0$ ， $25 \leq x_3 \leq 150$ ， $25 \leq x_4 \leq 240$ 。

表 3 PVD问题目标函数及约束函数的校验值

ID	设计变量值	目标函数值	约束条件
1	[1.3, 0.8, 50.0, 100]	9813.351	[-0.335, -0.323, 7.6455E5]
2	[1.0, 0.7, 60.0, 200.0]	13773.232	[0.1580, -0.1276, 3.7991E5]
3	[1.0, 0.9, 120.0, 50.0]	29317.681	[1.3160, 0.2448, -5.9875E6]