

实践 4

相对于传统冷热电分供系统,冷热电联供系统实现了能源的梯级利用,能源综合利用率高。但是系统的初投资通常有较大幅度的增加,这对于系统的热经济性是不利的。很多实际工程案例已表明,联供系统的余热只有得到了充分完善的回收利用,它的节能经济性才能很好地体现出来,这就要求冷热电联供系统的能量输出和应用场合的负荷需求应尽量吻合。

在应用场合不同的冷、热、电负荷的需求工况下,冷热电联供系统应采取何种运行策略,保证系统实现经济最优化运行,最大限度地体现系统节能经济性?这就涉及三联供系统经济最优化运行问题。最优化问题普遍存在于国民经济各部门和科学技术的各个领域。最优化问题涉及两个方面:即三联供系统经济最优化模型(包括目标函数及约束条件)的建立,和最优化模型的求解。本课程实践就是围绕上述问题展开的。

具体内容:

- (1) 根据教材 P204-P208 的内容,建立微型冷热电联供系统的热经济性模型(目标函数及约束条件)
- (2) 求解目标优化函数的最小值。为了统一,目标函数可选择为:

$$f(x) = 10(x_1 - 1)^2 + (x_2 + 1)^4$$

$$\text{或 } f(x) = 100(x_1^2 - x_2)^2 + (x_1 - 1)^2$$

$$\text{或 } f(x) = 100(x_1^2 - 3x_2)^2 + (x_1 - 1)^2$$

不带约束条件。初始点取 $x_0 = (x_{1,0}, x_{2,0}) = (0, 0)$ ，精度取 $\varepsilon = 1.0e-4$ 。采用迭代法求解，编制相应的 C/C++、Matlab 程序，满足精度迭代即终止。给出迭代终止时的 (1) 函数值大小，(2) x_1 和 x_2 的数值，(3) 迭代的次数 k ，也可给出每次迭代后的误差并画出误差图。

注：

迭代终止条件为，前后两次迭代的误差 $\text{error} = \sqrt{(x_{1,2} - x_{1,1})^2 + (x_{2,2} - x_{2,1})^2} < \varepsilon$ 。 $x_1 = (x_{1,1}, x_{2,1})$ 和 $x_2 = (x_{1,2}, x_{2,2})$ 代表前后两次的结果。

那么问题来了，

第一步的结果 x_0 已经给定了，是已知的，那怎么得到后面每次的结果呢？有什么准则吗？

采用 $x_m = x_n + ab$ ，这里 $m=n+1$ ，且 m 和 n 均为正整数； a 是某个正数 ($a>0$)， b 是向量 (因为 x 是向量，要不然加不了)。

问题转化为确定 a 和 b 的值了！

在第 k 次迭代中, $\mathbf{b}_k = (b_{1,k}, b_{2,k})$ 称为搜索方向, 它的两个元素按照下式确定 $b_{1,k} = -\frac{\partial f}{\partial x_1} | \mathbf{x}_k = (x_{1,k}, x_{2,k})$, $b_{2,k} = -\frac{\partial f}{\partial x_2} | \mathbf{x}_k = (x_{1,k}, x_{2,k})$ 。 a ($a > 0$) 称为步长, 是以下函数取最小值时的根, $\min f(\mathbf{x}_k + a\mathbf{b})$ 。而一个一元函数最小值即为其一阶导等于 0 是解。

a 和 \mathbf{b} 的值确定了, 就可以进行迭代计算了! 满足了精度的话, 迭代停止!