**问题分析**

这是一个典型的参数优化设计问题，需要同时考虑产品质量损失和零件制造成本。我们需要通过调整7个零件参数的标定值和容差等级，使得在满足产品性能要求的前提下，总费用（质量损失+零件成本）最小。

**数学建模**

**1. 决策变量**

对于每个零件参数*xi*​（i=1,...,7），我们需要确定：

* 标定值*ui*​（在给定范围内连续变化）
* 容差等级*ti*​（离散选择：A/B/C，部分零件可能缺少某些等级）

**2. 目标函数**

总费用由两部分组成：

* 零件成本：根据容差等级确定（表格中给出）
* 质量损失：由y偏离y0的程度决定

总费用 = 1000个产品的(零件成本 + 质量损失期望)

具体表达式：  
Minimize∑*i*=17​Cost(*ti*​)+1000×*E*[*L*(*y*)]

其中：

* *L*(*y*)=⎩⎨⎧​010009000​∣*y*−*y*0​∣≤0.10.1<∣*y*−*y*0​∣≤0.3∣*y*−*y*0​∣>0.3​
* *E*[*L*(*y*)]需要通过蒙特卡洛模拟或概率分析计算

**3. 约束条件**

* 标定值范围约束：*ui*​∈[表格中给出的范围]
* 容差等级选择：*ti*​∈{可用的等级}
* 容差实际范围：*σi*​=3容差百分比​×*ui*​

**4. 算法设计**

由于问题混合了连续变量（标定值）和离散变量（容差等级），可以采用：

1. 外层：枚举所有可能的容差等级组合（离散部分）
2. 内层：对于每种容差组合，优化标定值（连续优化）
3. 使用蒙特卡洛模拟估计质量损失期望