**🧩 阶梯函数拟合 CMAP 曲线的逻辑步骤（文字版）**

**Step 1：问题识别**

* 实际记录的 CMAP 曲线不是严格递增的；
* 原因包括：
  + Motor unit alternation（MU 激活不稳定）
  + 噪声干扰（baseline fluctuation）
* 因此，不能直接使用普通的最小二乘拟合方法（如多项式拟合）。

**Step 2：提出拟合策略**

* 使用\*\*单调递增的阶梯函数（staircase function）\*\*来拟合 CMAP 曲线；
* 每一个“台阶”代表一个 MU 的激活；
* 每一级阶梯的高度对应 MU 的幅值（μ），位置对应其激活阈值（τ）；
* 这样不仅能拟合曲线，还能估计出参与反应的 MU 数量。

**Step 3：定义变量**

* ：第 t 个刺激强度；
* ：对应的 CMAP 响应幅值；
* ：第 k 个 MU 的输出幅值；
* ：第 k 个 MU 的激活阈值；
* ：阶梯函数的第 ii 段高度；
* 假设 。

**Step 4：构建阶梯函数模型**

* 使用如下形式表示理想 CMAP 函数：

* 其中，是指示函数（如果 xx 落在该区间则为 1，否则为 0）；
* 这表示刺激强度落在每个激活区间时，CMAP 值跳跃到新的阶梯高度。

**Step 5：关于噪声的处理假设**

* 假设 baseline 噪声仅表现为一个偏移值 μ₀，而忽略其波动（即不考虑 σ²）；
* 这样模型可以专注拟合跳跃趋势而非处理随机扰动。

**Step 6：优化目标**

* 给定一个 MU 数量 MM，我们希望：
  + 寻找一组最优的激活阈值 τ；
  + 和对应的阶梯高度（累积 MUAP）λ；
* 使得构建出的阶梯函数 **最贴近实际记录的 CMAP 曲线 y**；
* 这是一个包含 2M+1 个未知变量的优化问题。

如你需要，我也可以继续补充：

* 第二步“如何优化 λ 和 τ（两阶段求解）”
* 第三步“如何从拟合结果反推 MU 数量（MUNE）”

是否需要我继续补充后续内容？