由问题三设定的条件可知,t_1 为温度第一次超过 $217°C$ 的时刻即 $\min\{t|T \geq 217\}$,t_2 为达到峰值温度的时刻即 $maxT(0,t)$, 以 $\varDelta t$ 为步长, 令

$$n = \frac{\varDelta t}{t_2 - t_1} \tag{1}$$

故而, 对于 $t_1 \sim t_2$ 内的时间点 t 可以以下形式表示

$$t = t_1 + i\varDelta t \ \ (i = 1, 2, 3 \cdots\cdots n) \tag{2}$$

其关于 t_2 对应的时间点为 $2t_2 - (t_1 + i\varDelta t)\,(i = 1, 2, 3 \cdots\cdots n)$. 为了衡量炉温曲线关于峰值温度的对称性, 我们引入一个评价指标 M, 其表达式为以下方程

$$M = \sqrt{\frac{1}{n}\sum_{i=0}^{n}\left(F(0, t_1 + i\Delta t) - F(0, 2t_2 - (t_1 + i\Delta t))\right)^2} \tag{3}$$

由题意可知以峰值温度为中心线的两侧超过 $217°C$ 的炉温曲线应尽量对称, M 值越小, 说明炉温曲线在峰值温度两侧超过 $217°C$ 的部分越对称. 因此, 我们的目标函数是使 M 最小化, 即

$$\min\ M = \sqrt{\frac{1}{n}\sum_{i=0}^{n}\left(F(0, t_1 + i\Delta t) - F(0, 2t_2 - (t_1 + i\Delta t))\right)^2} \tag{4}$$

题目要求满足所求得的炉温曲线满足制程条件以及第三问的要求, 因此建立模型为

$$\underset{T_1,T_2,T_3,T_4,v}{min}\ S$$
$$\min E$$
$$\begin{cases} S = \displaystyle\int_{t_1}^{t_2} \left(T\left(0, t\right) - 217\right) dt \\ t_1 = \min\left\{t|T \geq 217\right\} \\ t_2 = maxT\left(0, t\right) \\ 165 \leq T_1 \leq 185 \\ 185 \leq T_2 \leq 205 \\ 225 \leq T_3 \leq 245 \\ 245 \leq T_4 \leq 265 \\ 0 \leq \left|\dfrac{\mathrm{d}T\left(0, t\right)}{\mathrm{d}t}\right| \leq 3 \\ 60 \leq \Delta t\{150°C \leq T\left(0, t\right) \leq 190°C\} \leq 120 \\ 40 \leq \Delta t\{T\left(0, t\right) > 217°C\} \leq 90 \\ 240 \leq \max T\left(0, t\right) \leq 250 \\ 65 \leq v \leq 100 \end{cases} \tag{5}$$

我们可以根据上述模型求出最优炉温曲线, 各温区的设定温度以及传送带的过炉速度.