

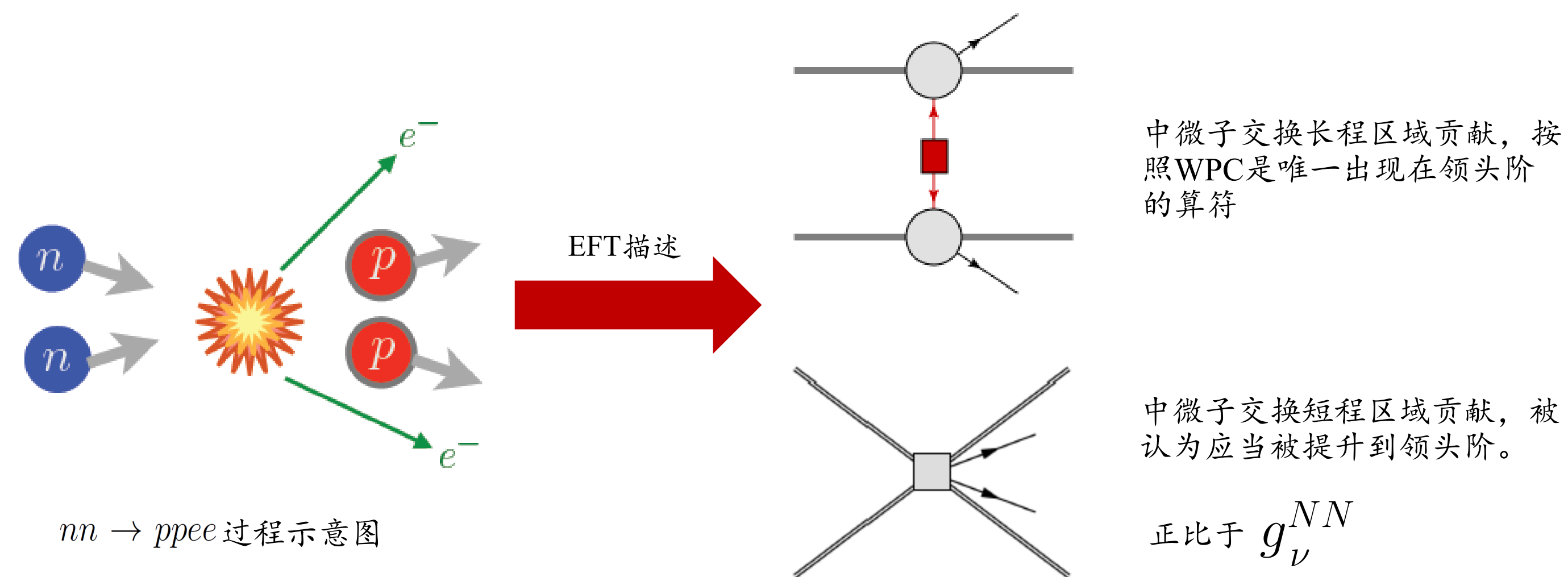


# 格点 QCD 与有效场论关于 $nn \rightarrow ppee$ 无中微子双贝塔衰变过程的匹配

王腾 (北京大学)

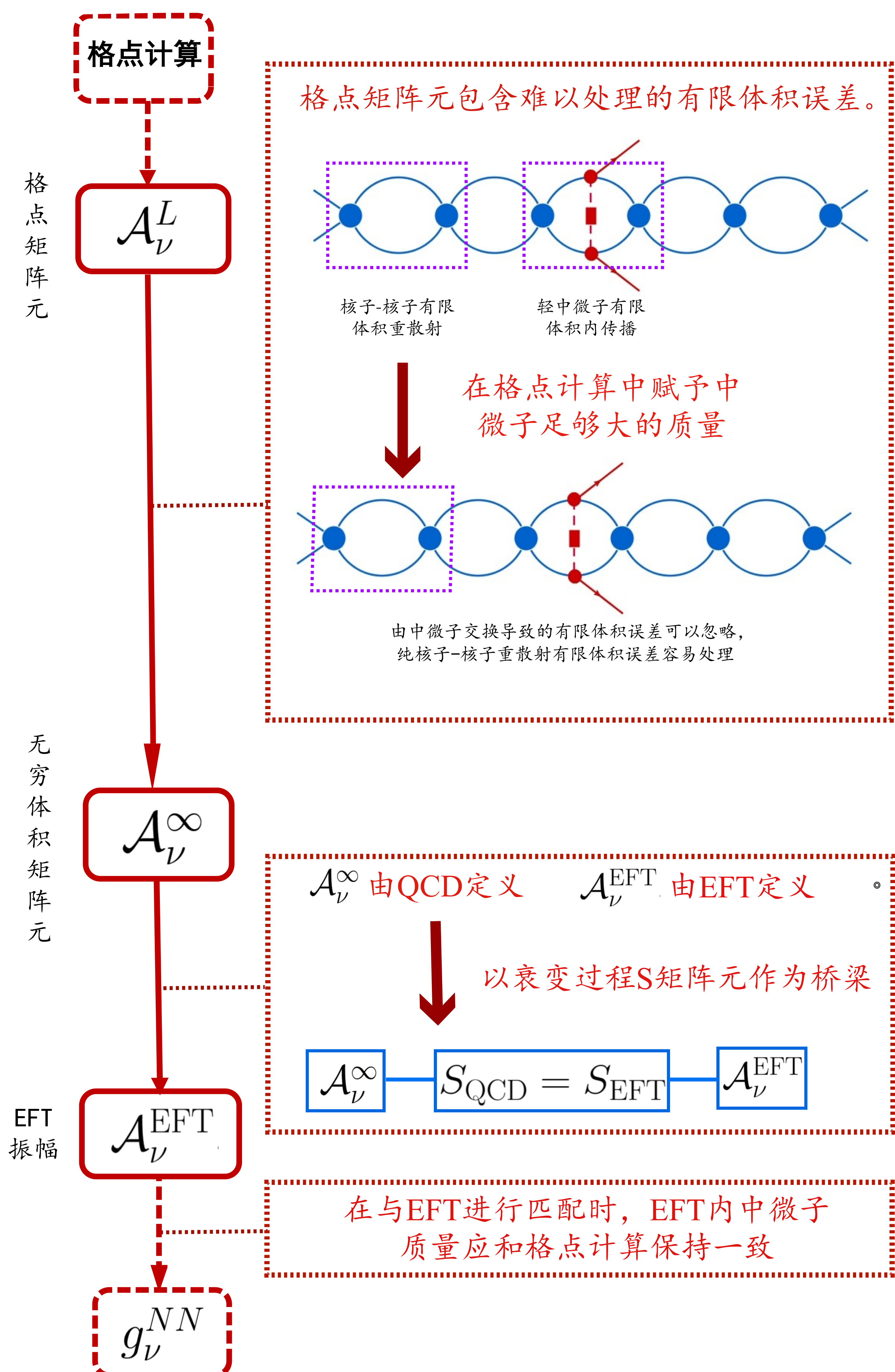
## 背景

- 原子核无中微子双贝塔衰变 ( $0\nu\beta\beta$ ) 过程的精确计算需要用到有效场论 (EFT) 这一工具。
- 研究表明传统的温伯格计数规则 (WPC) 对于  $0\nu\beta\beta$  过程存在问题 [1], 需为 EFT 领头阶引入新算符和未知的低能有效常数  $g_\nu^{NN}$ 。



- 为了从格点 QCD 第一性原理出发抽取  $g_\nu^{NN}$  的大小, 需要建立  $nn \rightarrow ppee$  过程格点矩阵元与 EFT 振幅之间的联系。

## 匹配步骤与方法

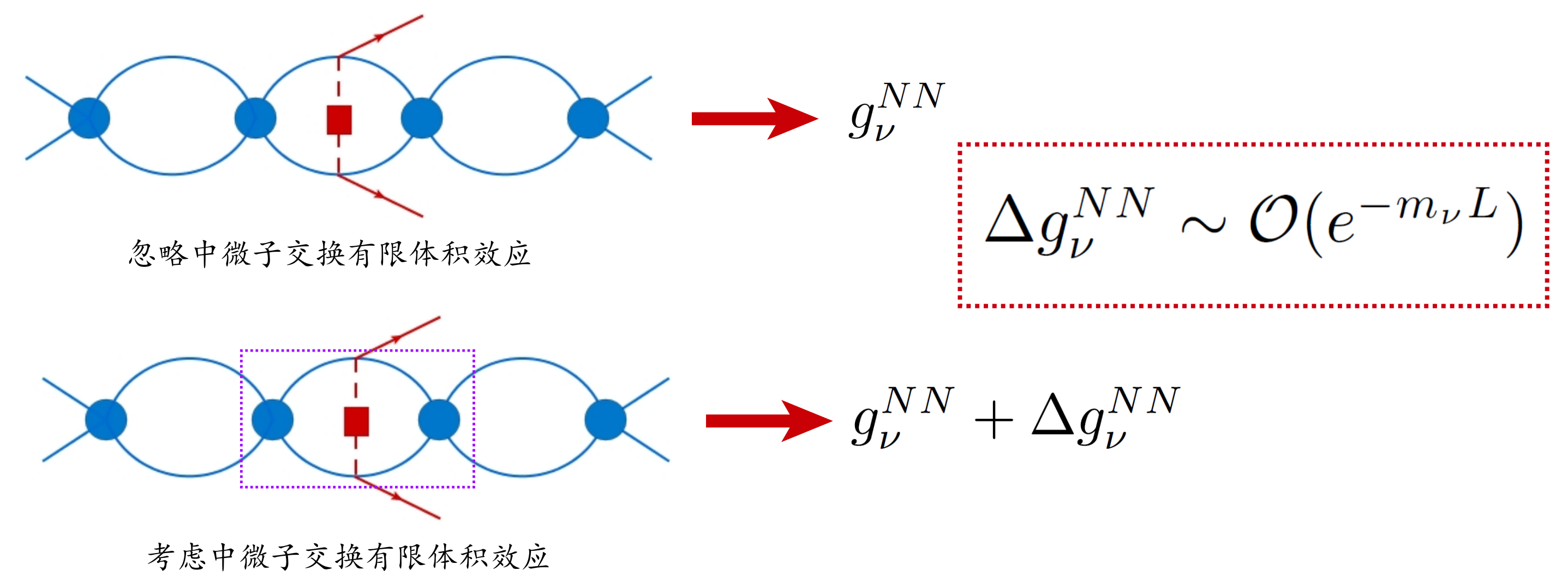


## 误差分析

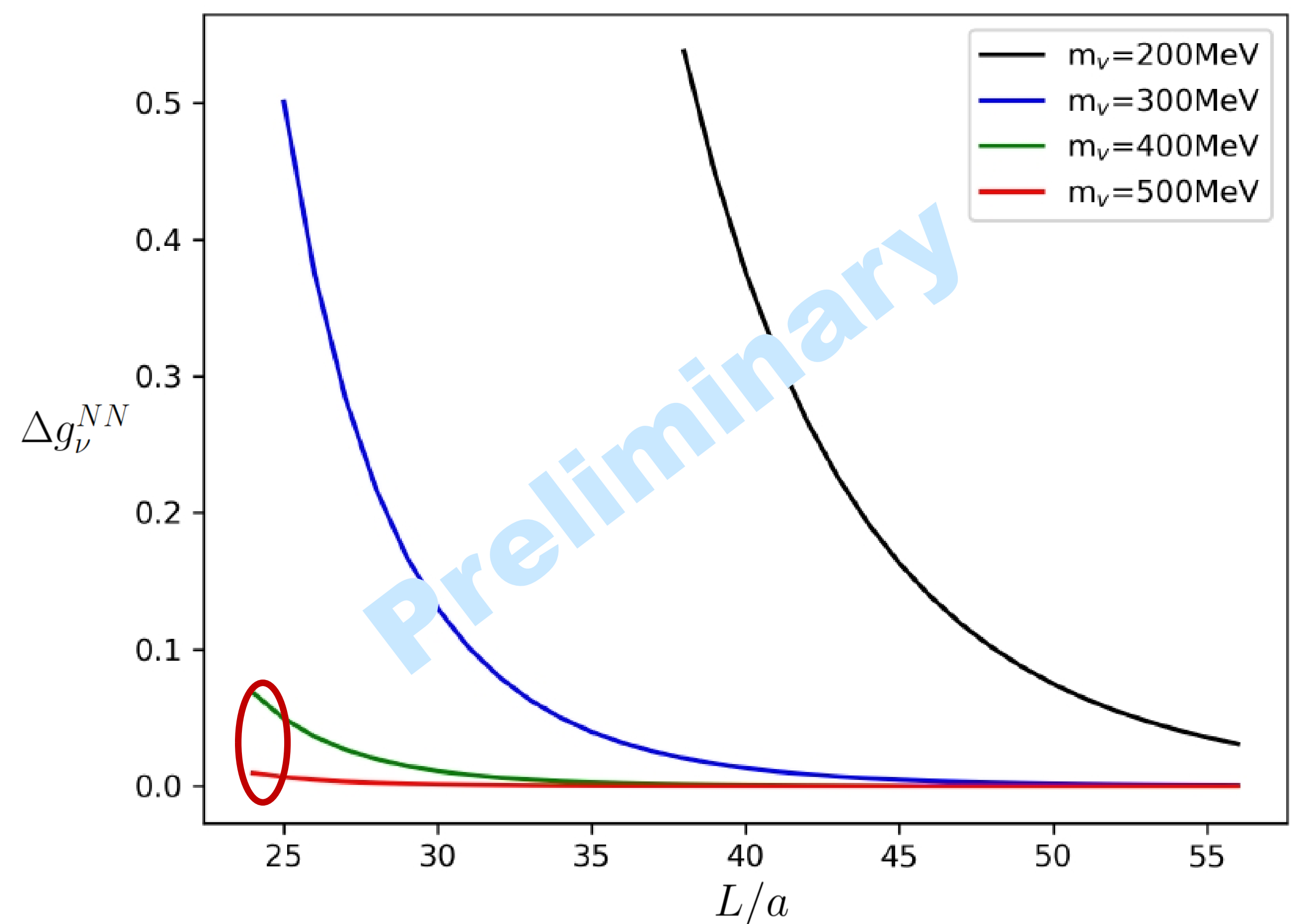
- $g_\nu^{NN}$  会依赖于中微子质量  $m_\nu$  的大小。但由于两者所在能量区间不同, 只要取  $m_\nu < \Lambda_{\text{EFT}}$ , 便可认为它们是脱耦的。



- 由中微子交换导致的有限体积误差或许并不能忽略。



利用组内计算得到的格点数据 [2], 我们估算并绘制了  $\Delta g_\nu^{NN}$  对  $m_\nu$  以及格子尺寸的依赖, 从而证实了在本组的计算中, 由中微子交换导致的有限体积误差确实可忽略。



$\Delta g_\nu^{NN}$  对  $m_\nu$  和  $L/a$  的依赖。[2] 中的计算是在  $m_\nu = 432\text{MeV}$ ,  $a^{-1} = 1.78\text{GeV}$ ,  $L/a = 24$  下进行的, 对应的  $\Delta g_\nu^{NN}$  大小在上图中由红圈圈出。

## 总结

- 通过赋予中微子非零质量, 我们建立了格点 QCD 和 EFT 关于  $nn \rightarrow ppee$  过程的匹配规则。
- 我们对方法的可行性和系统误差进行了评估, 在此基础上对中微子质量、格子尺寸等参数的大小进行了限制。
- 本工作为从第一性原理出发精确计算  $g_\nu^{NN}$ 、提高 EFT 关于无中微子双贝塔衰变计算精度提供了可能。

## 参考文献

- [1] Vincenzo Ciriglian et al, Phys. Rev. Lett. 120, 202001 (2018).
- [2] Xu Feng, Zi-Yu Wang et al, to be published.