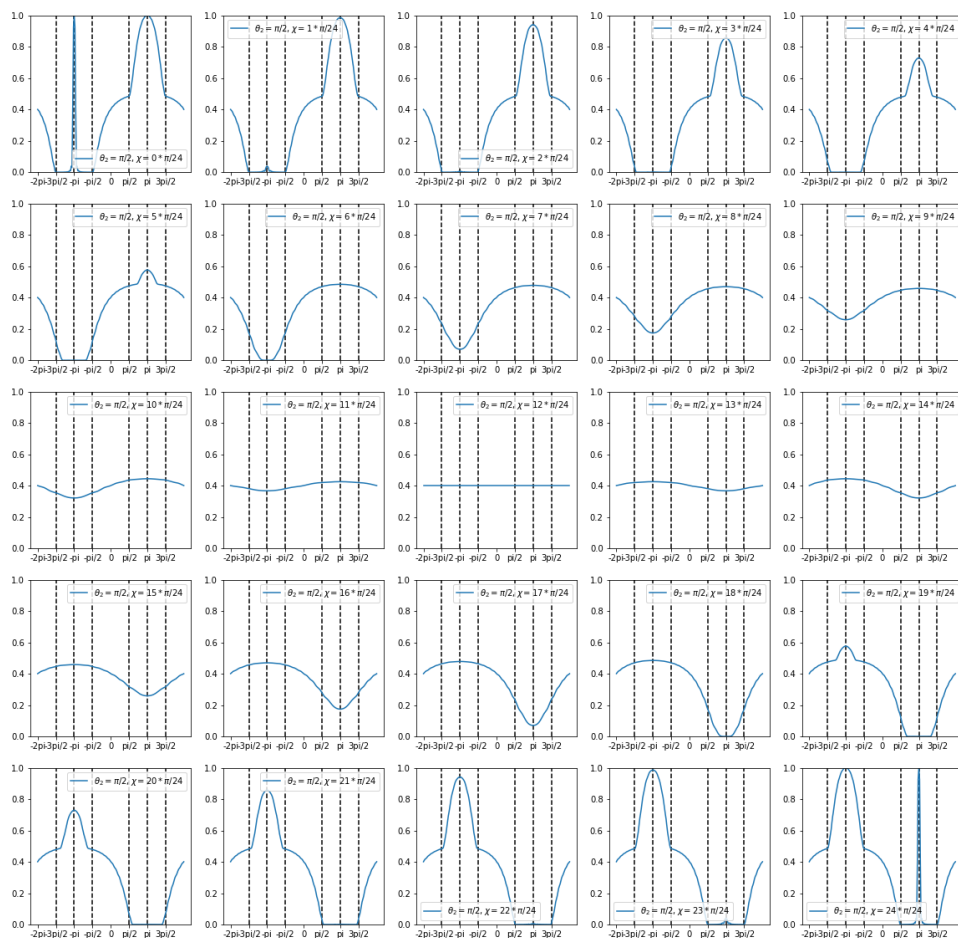


边缘态讨论 2

5.26

边缘态的建立与转移

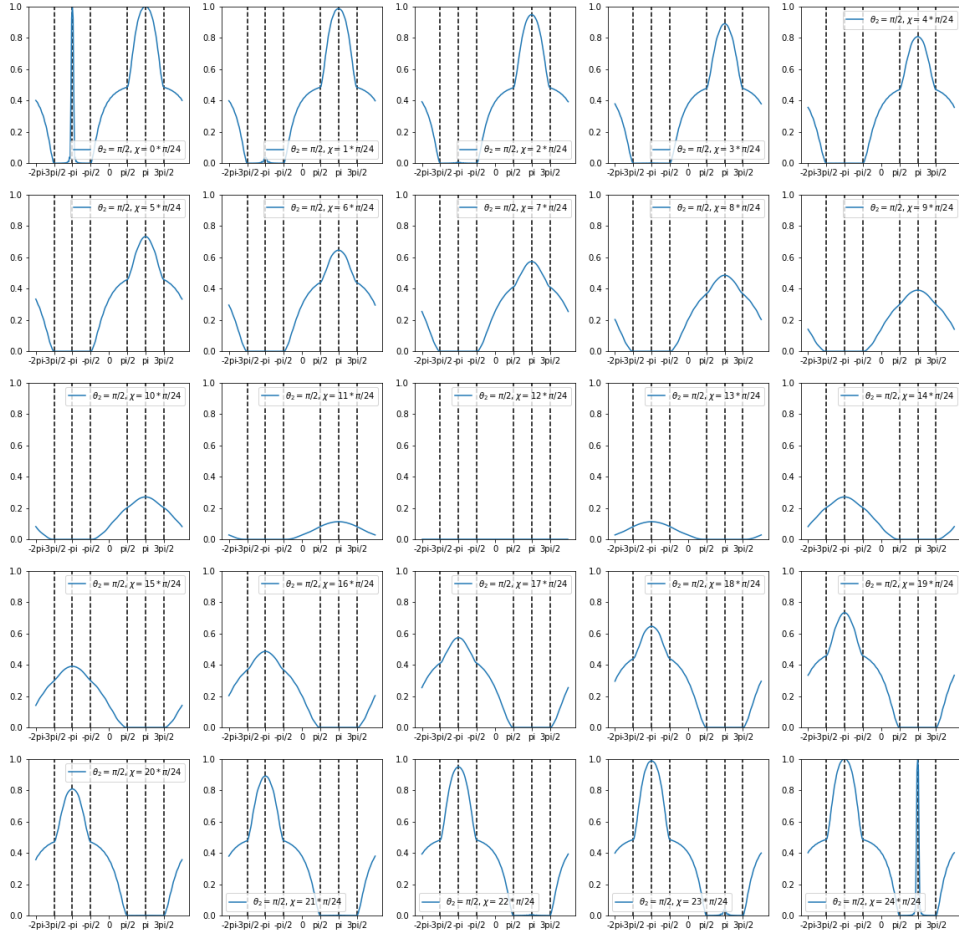


这一系列图使用的行走方式，固定 $\theta_2 = \frac{\pi}{2}$ ，改变 θ_1 ：

$$U = R(\theta_2/2)T_{\downarrow}R(\theta_1, \chi)T_{\uparrow}R(\theta_2/2)$$

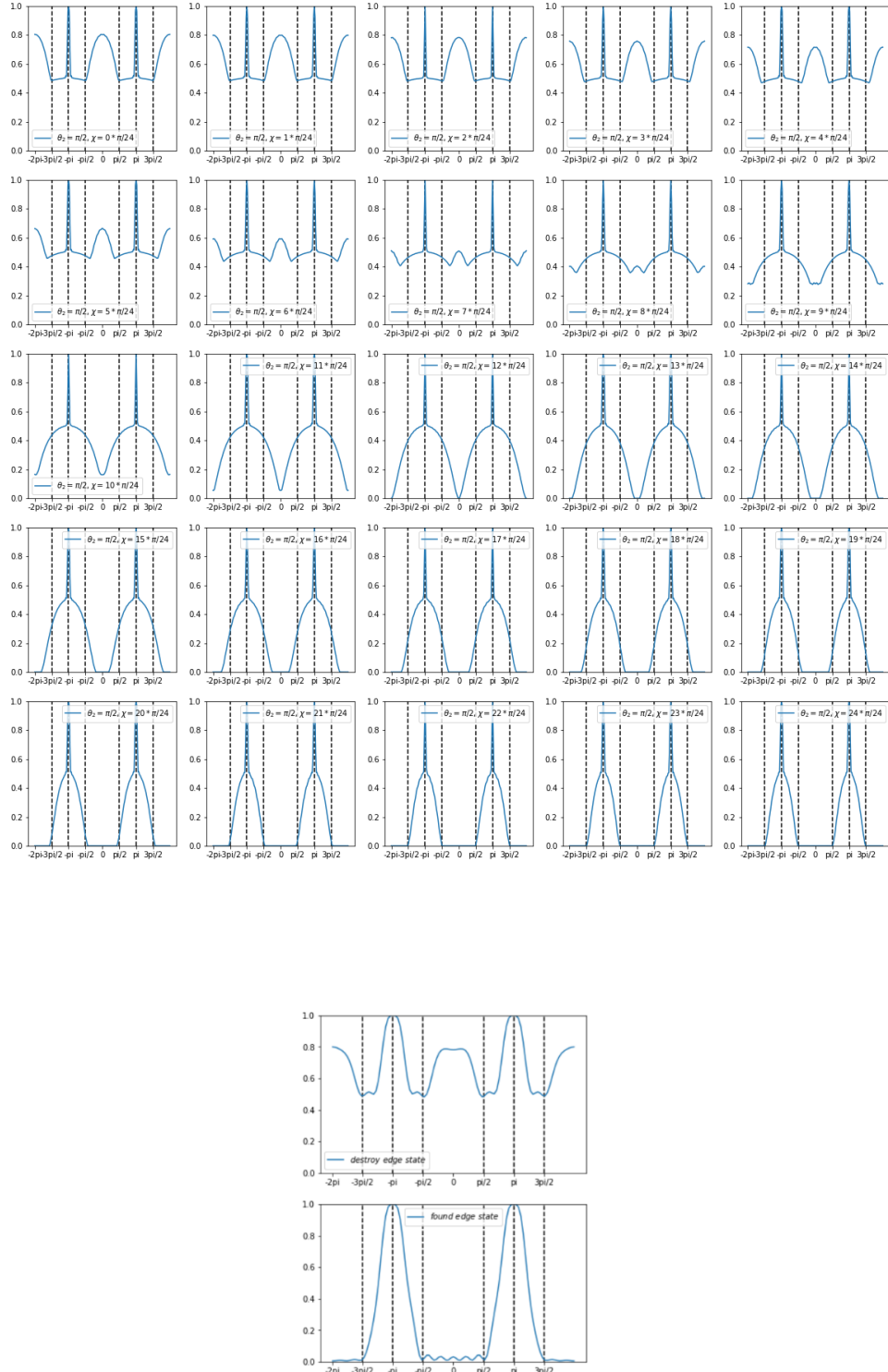
同时逐渐的改变 χ 的大小破缺 PHS，可以看出都存在边缘态不过相图分区在逐渐模糊。如果使用另一种行走方式：

$$U = R(\theta_2/2, \chi)T_{\downarrow}R(\theta_1, \chi)T_{\uparrow}R(\theta_2/2, \chi)$$

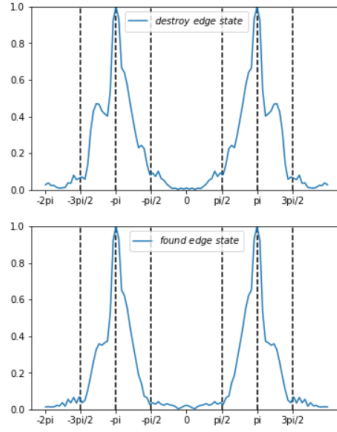


可以看出相图分区仍然存在，但会存在边缘态逐渐变小的趋势。

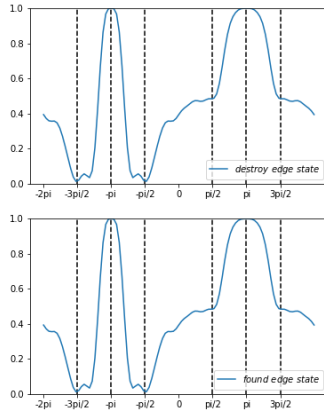
有个更有意思的转变过程，固定 $\theta_1 = \frac{\pi}{2}$ ，改变 θ_2 ，边缘的变化如下，也就是可以通过调节 χ 的从0到 π ，相图的区间发生了变化，相当于之前的 $\theta_1 = \frac{\pi}{2}$ 到 $\theta_1 = -\frac{\pi}{2}$ ，单个边缘态的区域还存在，两个边缘态的区间变为不存在边缘态的区间。所以可以连续的改变 χ ，将有边缘态的区间变为没有边缘态的区间。亦可以直接完成变化，不会破坏 PHS。因此之前的讨论可以将本征值为1的边缘态变为本征值为-1的本征态。得到的结论是两个本征态在变换为没有本征态的区间后本征态会消失，



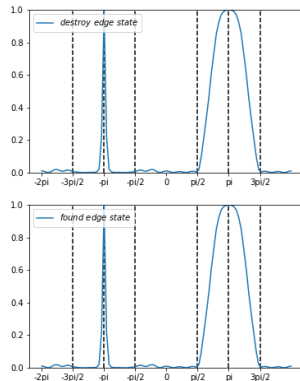
行走 10 步的结果，注意区间 $[-\frac{3\pi}{2}, -\frac{\pi}{2}]$ 和 $[\frac{\pi}{2}, \frac{3\pi}{2}]$ ，分别有 2 个边缘态和没有边缘态。



在上述基础上又行走 10 步的结果，注意区间 $[-\frac{3\pi}{2}, -\frac{\pi}{2}]$ 和 $[\frac{\pi}{2}, \frac{3\pi}{2}]$ ，已无法从没有边缘态建立为两个边缘态。

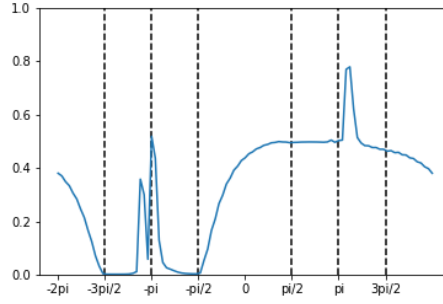


行走 10 步的结果，注意区间 $[-\frac{3\pi}{2}, -\frac{\pi}{2}]$ 和 $[\frac{\pi}{2}, \frac{3\pi}{2}]$ ，分别有没有边缘态和 2 个边缘态。相当于从 $\theta_2 = \frac{\pi}{2}, -\frac{\pi}{2}$ 经过有无边缘态的区间相图。

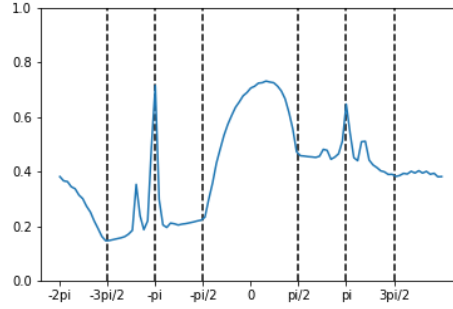


在上述基础上又行走 20 步的结果，可以看出 由于边缘态 0 与边缘态 π 交换，边缘态消失

总结上述结论，分别观察到了已建立两个边缘态可以成为没有边缘态，没有边缘态无法复现为两个边缘态；已建立能量为0和 π 的本征态相互转换中会消失。



选择参数为 $\theta_1 = \frac{\pi}{2}$ 为固定值，前 20 步 $\theta_2 = \frac{3\pi}{4}$ ，建立起能量为0的本征态，处在边界的概率约为 0.5；后 50 步扫描 θ_2 ，可以发现无法转变为能量为 π 的本征态



选择参数为 $\theta_1 = \frac{\pi}{2}$ 为固定值，前 20 步 $\theta_2 = \frac{\pi}{4}$ ，建立起能量为0和 π 的本征态，0的成分可能更多；后 50 步扫描 θ_2 ，可以发现可以转变为能量为0 和 π 的单个本征态

可以进一步讨论的问题

与之前人们得到的结果不同的是我们是在声子空间实现的随机行走，需要对声子进行态重构。实际上之前都反映的在时空间的分布，因此如果我们对时空间进行成像会如何？之前人们在光晶格中可以直接观察到晶体的布里渊区，我们这个也可以直接观察到在准能量空间的能带吗？比较不好的一点是声子空间变换到时空间是变换为谐振子的波函数，而一般晶格时空间和 k 空间的变换是用平面波进行展开。我觉得要是可以弄清这个还是比较有意思的。

$$\varphi_n(\xi, t) = c_n H_n(\xi) e^{-\xi^2/2 - in\omega t}$$

$$\phi_n(k) = \frac{e^{ikn}}{\sqrt{2\pi}}$$