**已完成的部分**

1. **定义了 RT 类**：
   * 这个类用来表示子立方体 rt(p, q)，包含属性 p、q 和 k。
   * 里面有个方法 subcube(new\_p, new\_q)，可以生成子立方体的子立方体。
2. **部分实现了 HP\_rtFree 函数**：
   * 这个函数的作用是在没有故障边的情况下，在子立方体 rt(p, q) 中找从起点 s 到终点 t 的 Hamiltonian 路径。
   * 目前实现了当 q - p == 1（也就是子立方体只有两行）时的四种情况：
     + **情况1**：a = c 且 (d - b) mod k 是奇数。
     + **情况2**：a = c 且 (d - b) mod k 是偶数。
     + **情况3**：a ≠ c 且 (d - b) mod k 是奇数。
     + **情况4**：a ≠ c 且 (d - b) mod k 是偶数。
   * 在这些情况下，函数根据算法构造了相应的路径，并调用了辅助函数来生成部分路径。
3. **实现了几个辅助函数**：
   * modulo\_k(x, k)：做取模运算，保证索引在 [0, k-1] 之间。
   * generate\_N\_plus(u\_start, u\_end, k)：生成从 u\_start 到 u\_end 的 N⁺ 路径。
   * generate\_N\_minus(u\_start, u\_end, k)：生成从 u\_start 到 u\_end 的 N⁻ 路径。
   * generate\_C\_plus(m, u\_start, u\_end, k, other\_row\_func)：生成长度为 m 的 C⁺ 环路径。
   * generate\_C\_minus(m, u\_start, u\_end, k, other\_row\_func)：生成长度为 m 的 C⁻ 环路径。
   * select\_edge\_on\_row(P, row)：从路径 P 中选出指定行的边。
4. **示例调用**：
   * 在 \_\_main\_\_ 部分，设置了输入参数 k、s、t 和 rt\_pq，然后调用了 HP\_rtFree 函数。
   * 打印输出了生成的 Hamiltonian 路径 P。

**还没完成的部分**

1. **HP\_rtFree 函数的 else 部分**：
   * 当 q - p != 1（也就是子立方体有多于两行）的时候，还没有实现。
   * 现在的代码里，else 部分只是一个 pass，需要按照算法1的步骤继续完善。
   * 具体来说，需要做：
     + **情况5**：a = p 且 c = q 的特殊情况，这时候需要递归调用函数，并构造从新终点到原终点的路径。
     + **一般情况**：递归调用 HP\_rtFree，并在路径里选择特定的边来替换和扩展，以满足 Hamiltonian 路径的要求。
2. **算法1的整体实现**：
   * 目前代码主要实现了 HP\_rtFree 函数的一部分，算法1还包括处理故障边的情况，以及在整个 k 元 n 维立方体中嵌入 Hamiltonian 路径。
   * 需要按照算法1的步骤，添加处理故障边的逻辑，并实现如何在有故障边的情况下构造 Hamiltonian 路径。
3. **其他辅助函数的实现**：
   * 有些辅助函数现在只是占位符，比如 exhaustive\_search 和 find\_disjoint\_path 等。
   * 如果要处理更复杂的故障情况，这些函数需要根据算法的具体逻辑来实现。

**下一步计划**

1. **完善 HP\_rtFree 函数的 else 部分**：
   * 按照算法1的步骤，继续实现 q - p != 1 时的情况。
   * 需要考虑：
     + 怎么进行递归调用。
     + 在路径中如何选择和替换特定的边。
   * 确保在这些情况下，构造的路径仍然是 Hamiltonian 路径，并且符合算法的要求。
2. **实现算法1的故障处理逻辑**：
   * 增加对故障边的检测和处理。
   * 根据算法1的描述，如果有故障边，可能需要构造特殊路径或者采取特定操作绕过故障边。
3. **丰富测试用例**：
   * 使用不同的参数组合（比如 k、s、t）来测试，看看代码在各种情况下是否正确。
   * 可以自己手动算一些小规模的例子，确保程序输出的路径和预期一致。
4. **优化代码结构**：
   * 把重复的代码部分提取成独立的函数，增强代码的可读性和可维护性。
   * 添加详细的注释，解释关键步骤的逻辑，方便后续维护和扩展。