数据存储方法、装置、设备、存储介质及程序产品

本公开要求于2024年03月20日提交中国专利局、申请号为202410326283.2、申请名称为“数据存储方法、装置、设备、存储介质及程序产品”的中国专利申请的优先权，其全部内容通过引用结合在本公开中。

技术领域

本公开涉及计算机领域，尤其涉及一种数据存储方法、装置、设备、存储介质及程序产品。

背景技术

电子设备中可以包括存储设备、以及存储设备对应的索引树。电子设备可以根据索引树在存储设备中读写数据。其中，索引树可以包括多个页面，页面可以用于索引数据或存储数据。

在相关技术中，电子设备可以根据数据存储请求，在存储设备对应的索引树中确定待存储的目标页面，并在目标页面中存储数据。然而，当需要在目标页面存储的数据很大时，会导致目标页面很大，进而需要对目标页面进行频繁的拆分操作，导致数据存储的资源开销大。

发明内容

本公开的多个方面提供一种数据存储方法、装置、设备、存储介质及程序产品，用以降低数据存储的资源开销。

第一方面，本公开实施例提供一种数据存储方法，包括：

接收数据存储请求，所述数据存储请求用于请求在磁盘中存储第一数据；

若所述第一数据的数据大小大于或等于预设阈值，则创建所述第一数据对应的第一页面；

将所述第一数据存储至所述第一页面，并在所述磁盘对应的索引树中挂载所述第一页面。

在一种可能的实施方式中，在所述磁盘对应的索引树中挂载所述第一页面，包括：

在所述索引树中确定所述第一页面对应的第一主页面；

更新所述第一页面的索引相关信息，更新所述第一主页面的页面内容，以及更新所述第一主页面的索引相关信息，以在所述索引树中挂载所述第一页面。

在一种可能的实施方式中，更新所述第一页面的索引相关信息，包括：

确定所述第一页面在所述磁盘中的存储地址、以及所述第一数据对应的第一键值；

生成所述第一页面对应的第一内存记录，所述第一内存记录中包括所述第一键值、以及第一页面在所述磁盘中的存储地址；

在所述磁盘对应的页面映射表中对应存储所述第一页面的第一页面标识、以及所述第一内存记录的内存地址；

在所述页面映射表中，将所述第一页面对应的状态更新为待分配状态，所述待分配状态用于表示所述第一页面未挂载至所述索引树。

在一种可能的实施方式中，更新所述第一主页面的页面内容，包括：

根据所述第一数据对应的第一键值和所述第一页面的第一页面标识，生成第一索引记录，所述第一索引记录中包括所述第一键值和所述第一页面标识；

在所述第一主页面中添加所述第一索引记录。

在一种可能的实施方式中，更新所述第一主页面的索引相关信息，包括：

生成所述第一主页面对应的第一落盘记录，所述第一落盘记录中包括所述第一主页面的内存地址、以及所述第一主页面在所述磁盘中的存储地址；

在所述磁盘对应的页面映射表中，将所述第一主页面的内存地址更新为所述第一落盘记录的内存地址。

在一种可能的实施方式中，所述方法还包括：

根据所述第一落盘记录，在所述磁盘中对所述第一主页面进行落盘处理；

在所述磁盘中，将所述第一主页面中、所述第一页面对应的状态更新为确认分配状态，所述确认分配状态用于指示所述第一页面已挂载至所述索引树；

在所述页面映射表中，将所述第一页面对应的状态更新为所述确认分配状态。

在一种可能的实施方式中，所述方法还包括：

接收数据删除请求，所述数据删除请求用于请求删除第二键值对应的第二数据；

在所述索引树中确定所述第二数据对应的第二页面；

在所述索引树中删除所述第二页面和索引相关信息，以删除所述第二数据。

在一种可能的实施方式中，在所述索引树中删除所述第二页面和索引相关信息，包括：

删除所述第二页面；

在所述索引树确定所述第二页面对应的第二主页面；

更新所述第二主页面的页面内容和索引相关信息。

在一种可能的实施方式中，删除所述第二页面，包括：

若所述第二页面未落盘至所述磁盘，则在所述磁盘对应的内存中删除所述第二页面、以及所述第二页面对应的第二内存记录；

若所述第二页面已落盘至所述磁盘，则在所述内存和所述磁盘中分别删除所述第二页面、以及在所述内存中删除所述第二内存记录；

在所述磁盘对应的页面映射表中，删除所述第二内存记录的内存地址，并将所述第二页面对应的状态更新为待删除状态。

在一种可能的实施方式中，更新所述第二主页面的页面内容，包括：

确定所述第二页面对应的第二索引记录，所述第二索引记录中包括所述第二键值和所述第二页面的第二页面标识；

在所述第二主页面中，将所述第二索引记录对应的状态更新为确认删除状态。

在一种可能的实施方式中，更新所述第二主页面的索引相关信息，包括：

生成所述第二主页面对应的第二落盘记录，所述第二落盘记录中包括所述第二主页面在所述磁盘中的存储地址；

在所述磁盘对应的页面映射表中，将所述第二主页面的内存地址更新为所述第二落盘记录的内存地址。

在一种可能的实施方式中，所述方法还包括：

在所述页面映射表中，将所述第二页面对应的状态更新为确认删除状态。

在一种可能的实施方式中，所述方法还包括：

接收数据合并请求，所述数据合并请求用于请求合并第三页面、以及所述第三页面的至少一条更新记录；

根据所述数据合并请求，生成所述第三页面对应的合并记录，并在所述第三页面上挂载所述合并记录，所述合并记录用于挂载所述第三页面的下一条更新记录；

对所述第三页面和所述至少一条更新记录进行合并处理，得到合并页面。

在一种可能的实施方式中，在所述第三页面上挂载所述合并记录，包括：

在所述至少一条更新记录中确定第二更新记录，所述第二更新记录为所述至少一条更新记录中的最后一条更新记录；

在所述合并记录中添加所述第二更新记录的内存地址；

在所述磁盘对应的页面映射表中，将所述第三页面的第三页面标识对应的映射内容更新为所述合并记录的内存地址。

在一种可能的实施方式中，对所述第三页面和所述至少一条更新记录进行合并处理，得到合并页面之后，还包括：

确定所述合并页面的内存地址；

在所述合并记录中，将所述第二更新记录的内存地址更新为所述合并页面的内存地址。

在一种可能的实施方式中，根据所述数据合并请求，生成所述第三页面对应的合并记录之后，还包括：

确定所述至少一条更新记录的第一记录数量；

在所述合并记录中增加所述第一记录数量。

在一种可能的实施方式中，对所述第三页面和所述至少一条更新记录进行合并处理，得到合并页面之后，还包括：

在所述合并记录中，将所述第一记录数量更新为 0。

在一种可能的实施方式中，所述方法还包括：

接收所述第三页面对应的更新请求；

生成所述第三页面对应的目标更新记录；

在所述目标更新记录中增加合并记录的内存地址，以及在所述磁盘对应的页面映射表中，将所述合并记录的内存地址更新为所述目标更新记录的内存地址。

在一种可能的实施方式中，所述方法还包括：

在所述磁盘中确定待进行垃圾回收的至少一个目标数据块，所述目标数据块中包括多个页面片段；

在所述至少一个目标数据块中确定有效页面片段，并将所述有效页面片段存储至缓冲区；

在所述磁盘中删除所述至少一个目标数据块。

在一种可能的实施方式中，在所述磁盘中确定待进行垃圾回收的至少一个目标数据块，包括：

在所述磁盘中确定第一数据块，所述第一数据块为上一次进行垃圾回收的最后一个数据块；

在所述磁盘中确定正在进行数据操作的第二数据块；

将所述磁盘中，所述第一数据块和所述第二数据块之间的数据块，确定为所述至少一个目标数据块。

在一种可能的实施方式中，在所述至少一个目标数据块中确定有效页面片段，包括：

确定所述至少一个目标数据块中、各页面片段的片段状态，所述片段状态为有效状态或者无效状态；

将所述至少一个目标数据块中、有效状态的页面片段，确定为所述有效页面片段。

在一种可能的实施方式中，针对任意一个页面片段；确定所述至少一个目标数据块中、所述页面片段的片段状态，包括：

确定所述页面片段对应的第四页面，所述页面片段为对所述第四页面进行落盘后得到的；

确定所述第四页面对应的最新落盘记录，所述最新落盘记录中包括所述第四页面对应的第一存储地址，所述第一存储地址为所述第四页面在所述磁盘中当前有效的最早落盘地址；

若所述页面片段的存储地址大于或等于所述第一存储地址，则确定所述片段状态为所述有效状态；

若所述页面片段的存储地址小于所述第一存储地址，则确定所述片段状态为所述无效状态。

在一种可能的实施方式中，所述方法还包括：

确定所述磁盘中的数据块数量；

在所述数据块数量大于或等于预设数量时，存储所述磁盘对应的页面映射表；

确定所述页面映射表中的最大页面标识、开始存储所述页面映射表时最新完成落盘的第三数据块、以及存储完成所述页面映射表时正在进行数据操作的第四数据块；

根据所述最大页面标识、所述第三数据块和所述第四数据块，生成检查信息，并存储所述检查信息，所述检查信息包括所述最大页面标识、所述第三数据块的标识和所述第四数据块的标识。

在一种可能的实施方式中，所述方法还包括：

在确定所述磁盘故障时，获取所述页面映射表和所述检查信息；

根据所述页面映射表和所述检查信息，对所述磁盘进行故障恢复处理。

第二方面，本公开实施例提供一种数据存储装置，包括：接收模块、创建模块、存储模块和挂载模块，其中，

所述接收模块用于，接收数据存储请求，所述数据存储请求用于请求在磁盘中存储第一数据；

所述创建模块用于，若所述第一数据的数据大小大于或等于预设阈值，则创建所述第一数据对应的第一页面；

所述存储模块用于，将所述第一数据存储至所述第一页面；

所述挂载模块用于，在所述磁盘对应的索引树中挂载所述第一页面。

在一种可能的实施方式中，所述挂载模块具体用于：

在所述索引树中确定所述第一页面对应的第一主页面；

更新所述第一页面的索引相关信息，更新所述第一主页面的页面内容，以及更新所述第一主页面的索引相关信息，以在所述索引树中挂载所述第一页面。

在一种可能的实施方式中，所述挂载模块具体用于：

确定所述第一页面在所述磁盘中的存储地址、以及所述第一数据对应的第一键值；

生成所述第一页面对应的第一内存记录，所述第一内存记录中包括所述第一键值、以及第一页面在所述磁盘中的存储地址；

在所述磁盘对应的页面映射表中对应存储所述第一页面的第一页面标识、以及所述第一内存记录的内存地址；

在所述页面映射表中，将所述第一页面对应的状态更新为待分配状态，所述待分配状态用于表示所述第一页面未挂载至所述索引树。

在一种可能的实施方式中，所述挂载模块具体用于：

根据所述第一数据对应的第一键值和所述第一页面的第一页面标识，生成第一索引记录，所述第一索引记录中包括所述第一键值和所述第一页面标识；

在所述第一主页面中添加所述第一索引记录。

在一种可能的实施方式中，所述挂载模块具体用于：

生成所述第一主页面对应的第一落盘记录，所述第一落盘记录中包括所述第一主页面的内存地址、以及所述第一主页面在所述磁盘中的存储地址；

在所述磁盘对应的页面映射表中，将所述第一主页面的内存地址更新为所述第一落盘记录的内存地址。

在一种可能的实施方式中，所述装置还包括：处理模块和更新模块，其中，

所述处理模块用于，根据所述第一落盘记录，在所述磁盘中对所述第一主页面进行落盘处理；

所述更新模块用于，在所述磁盘中，将所述第一主页面中、所述第一页面对应的状态更新为确认分配状态，所述确认分配状态用于指示所述第一页面已挂载至所述索引树；

所述更新模块用于，在所述页面映射表中，将所述第一页面对应的状态更新为所述确认分配状态。

在一种可能的实施方式中，所述装置还包括：第一确定模块和删除模块，其中，

所述接收模块还用于，接收数据删除请求，所述数据删除请求用于请求删除第二键值对应的第二数据；

所述第一确定模块用于，在所述索引树中确定所述第二数据对应的第二页面；

所述删除模块用于，在所述索引树中删除所述第二页面和索引相关信息，以删除所述第二数据。

在一种可能的实施方式中，所述删除模块具体用于：

删除所述第二页面；

在所述索引树确定所述第二页面对应的第二主页面；

更新所述第二主页面的页面内容和索引相关信息。

在一种可能的实施方式中，所述删除模块具体用于：

若所述第二页面未落盘至所述磁盘，则在所述磁盘对应的内存中删除所述第二页面、以及所述第二页面对应的第二内存记录；

若所述第二页面已落盘至所述磁盘，则在所述内存和所述磁盘中分别删除所述第二页面、以及在所述内存中删除所述第二内存记录；

在所述磁盘对应的页面映射表中，删除所述第二内存记录的内存地址，并将所述第二页面对应的状态更新为待删除状态。

在一种可能的实施方式中，所述删除模块具体用于：

确定所述第二页面对应的第二索引记录，所述第二索引记录中包括所述第二键值和所述第二页面的第二页面标识；

在所述第二主页面中，将所述第二索引记录对应的状态更新为确认删除状态。

在一种可能的实施方式中，所述删除模块具体用于：

生成所述第二主页面对应的第二落盘记录，所述第二落盘记录中包括所述第二主页面在所述磁盘中的存储地址；

在所述磁盘对应的页面映射表中，将所述第二主页面的内存地址更新为所述第二落盘记录的内存地址。

在一种可能的实施方式中，所述更新模块还用于：

在所述页面映射表中，将所述第二页面对应的状态更新为确认删除状态。

在一种可能的实施方式中，所述装置还包括：第一生成模块和合并模块，其中，

所述接收模块还用于，接收数据合并请求，所述数据合并请求用于请求合并第三页面、以及所述第三页面的至少一条更新记录；

所述第一生成模块用于，根据所述数据合并请求，生成所述第三页面对应的合并记录；

所述挂载模块还用于，并在所述第三页面上挂载所述合并记录，所述合并记录用于挂载所述第三页面的下一条更新记录；

所述合并模块用于，对所述第三页面和所述至少一条更新记录进行合并处理，得到合并页面。

在一种可能的实施方式中，所述挂载模块具体用于：

在所述至少一条更新记录中确定第二更新记录，所述第二更新记录为所述至少一条更新记录中的最后一条更新记录；

在所述合并记录中添加所述第二更新记录的内存地址；

在所述磁盘对应的页面映射表中，将所述第三页面的第三页面标识对应的映射内容更新为所述合并记录的内存地址。

在一种可能的实施方式中，

所述第一确定模块还用于，确定所述合并页面的内存地址；

所述更新模块还用于，在所述合并记录中，将所述第二更新记录的内存地址更新为所述合并页面的内存地址。

在一种可能的实施方式中，所述第一生成模块还用于：

确定所述至少一条更新记录的第一记录数量；

在所述合并记录中增加所述第一记录数量。

在一种可能的实施方式中，所述更新模块还用于：

在所述合并记录中，将所述第一记录数量更新为0。

在一种可能的实施方式中，

所述接收模块还用于，接收所述第三页面对应的更新请求；

所述第一生成模块还用于，生成所述第三页面对应的目标更新记录；

所述更新模块还用于，在所述目标更新记录中增加合并记录的内存地址，以及在所述磁盘对应的页面映射表中，将所述合并记录的内存地址更新为所述目标更新记录的内存地址。

在一种可能的实施方式中，所述装置还包括：第二确定模块，

所述第二确定模块用于，在所述磁盘中确定待进行垃圾回收的至少一个目标数据块，所述目标数据块中包括多个页面片段；

所述第二确定模块用于，在所述至少一个目标数据块中确定有效页面片段；

所述存储模块用于，将所述有效页面片段存储至缓冲区；

所述删除模块还用于，在所述磁盘中删除所述至少一个目标数据块。

在一种可能的实施方式中，所述第二确定模块具体用于：

在所述磁盘中确定第一数据块，所述第一数据块为上一次进行垃圾回收的最后一个数据块；

在所述磁盘中确定正在进行数据操作的第二数据块；

将所述磁盘中，所述第一数据块和所述第二数据块之间的数据块，确定为所述至少一个目标数据块。

在一种可能的实施方式中，所述第二确定模块具体用于：

确定所述至少一个目标数据块中、各页面片段的片段状态，所述片段状态为有效状态或者无效状态；

将所述至少一个目标数据块中、有效状态的页面片段，确定为所述有效页面片段。

在一种可能的实施方式中，针对任意一个页面片段；所述第二确定模块具体用于：

确定所述页面片段对应的第四页面，所述页面片段为对所述第四页面进行落盘后得到的；

确定所述第四页面对应的最新落盘记录，所述最新落盘记录中包括所述第四页面对应的第一存储地址，所述第一存储地址为所述第四页面在所述磁盘中当前有效的最早落盘地址；

若所述页面片段的存储地址大于或等于所述第一存储地址，则确定所述片段状态为所述有效状态；

若所述页面片段的存储地址小于所述第一存储地址，则确定所述片段状态为所述无效状态。

在一种可能的实施方式中，所述装置还包括：第三确定模块和第二生成模块，其中，

所述第三确定模块用于，确定所述磁盘中的数据块数量；

所述存储模块还用于，在所述数据块数量大于或等于预设数量时，存储所述磁盘对应的页面映射表；

所述第三确定模块还用于，确定所述页面映射表中的最大页面标识、开始存储所述页面映射表时最新完成落盘的第三数据块、以及存储完成所述页面映射表时正在进行数据操作的第四数据块；

所述第二生成模块用于，根据所述最大页面标识、所述第三数据块和所述第四数据块，生成检查信息，并存储所述检查信息，所述检查信息包括所述最大页面标识、所述第三数据块的标识和所述第四数据块的标识。

在一种可能的实施方式中，所述装置还包括：获取模块和恢复模块，其中，

所述获取模块用于，在确定所述磁盘故障时，获取所述页面映射表和所述检查信息；

所述恢复模块用于，根据所述页面映射表和所述检查信息，对所述磁盘进行故障恢复处理。

第三方面，本公开实施例提供一种电子设备，包括：存储器和处理器；

所述存储器存储计算机执行指令；

所述处理器执行所述存储器存储的计算机执行指令，使得所述电子设备执行第一方面任一项所述的方法。

第四方面，本公开实施例提供一种计算机可读存储介质，所述计算机可读存储介质中存储有计算机执行指令，当所述计算机执行指令被处理器执行时用于实现第一方面任一项所述的方法。

第五方面，本公开实施例提供一种计算机程序产品，包括计算机程序，该计算机程序被处理器执行时实现第一方面任一项所示的方法。

本公开实施例提供一种数据存储方法、装置、设备、存储介质及程序产品，电子设备可以接收数据存储请求。若第一数据的数据大小大于或等于预设阈值，则电子设备可以创建第一数据对应的第一页面，将第一数据存储至第一页面，并在磁盘对应的索引树中挂载第一页面。由于电子设备可以将第一数据单独存储至第一页面，再将第一页面挂载至索引树，无需在索引树中的目标页面存储第一数据，避免了目标页面因第一数据很大而引起的频繁拆分操作，降低了数据存储的资源开销。

附图说明

此处所说明的附图用来提供对本公开的进一步理解，构成本公开的一部分，本公开的示意性实施例及其说明用于解释本公开，并不构成对本公开的不当限定。在附图中：

图 1 为本公开示例性实施例提供的一种场景示意图；

图 2 为本公开示例性实施例提供的一种 Bwe-tree 工作原理的示意图；

图 3 为本公开示例性实施例提供的一种数据存储方法的流程示意图；

图 4 为本公开示例性实施例提供的另一种数据存储过程的流程示意图；

图 5 为本公开示例性实施例提供的一种数据存储方法的过程示意图；

图 6 为本公开示例性实施例提供的一种数据删除方法的流程示意图；

图 7 为本公开示例性实施例提供的另一种数据删除方法的流程示意图；

图 8 为本公开示例性实施例提供的一种数据删除方法的过程示意图；

图 9 为本公开示例性实施例提供的一种更新链接机制的流程示意图；

图 10 为本公开示例性实施例提供的一种更新链接机制的过程示意图；

图 11 为本公开示例性实施例提供的一种垃圾回收方法的流程示意图；

图 12 为本公开示例性实施例提供的一种数据恢复方法的流程示意图；

图 13 为本公开示例性实施提供的一种页面生命周期的示意图；

图 14 为本公开示例性实施例提供的一种数据存储装置的结构示意图一；

图 15 为本公开示例性实施例提供的一种数据存储装置的结构示意图二；

图 16 为本公开示例性实施例提供一种电子设备的结构示意图。

具体实施方式

需要说明的是，本公开所涉及的用户信息（包括但不限于用户设备信息、用户个人信息等）和数据（包括但不限于用于分析的数据、存储的数据、展示的数据等），均为经用户授权或者经过各方充分授权的信息和数据，并且相关数据的收集、使用和处理需要遵守相关法律法规和标准，并提供有相应的操作入口，供用户选择授权或者拒绝。

为使本公开的目的、技术方案和优点更加清楚，下面将结合本公开具体实施例及相应的附图对本公开技术方案进行清楚、完整地描述。显然，所描述的实施例仅是本公开一部分实施例，而不是全部的实施例。基于本公开中的实施例，本领域普通技术人员在没有做出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例，都属于本公开保护的范围。

图 1 为本公开示例性实施例提供的一种场景示意图。请参见图 1，电子设备中可以包括索引树。

索引树中可以包括多个页面。例如，索引树中可以包括页面 1，页面 1 下可以对应有页面 2、……、页面 n（n 为大于或等于 1 的整数），页面 2 下可以对应有页面 2-1、页面 2-2、页面 2-3；……；页面 n 下可以对应有页面 n-1、页面 n-2。

当第一数据的大小大于或等于预设阈值时，电子设备可以根据数据存储请求，将第一数据存储至第一页面，并将第一页面挂载至索引树。

在相关技术中，电子设备可以根据数据存储请求，在存储设备对应的索引树中确定待存储的目标页面，并在目标页面中存储数据。然而，当需要在目标页面存储的数据很大时，会导致目标页面很大，进而需要对目标页面进行频繁的拆分操作，导致数据存储的资源开销大。

在本公开实施例中，当第一数据的大小大于预设阈值时，电子设备可以创建第一数据对应的第一页面。电子设备可以在第一页面中存储第一数据，再将第一页面挂载至索引树中。由于电子设备可以将第一数据单独存储至第一页面，再将第一页面挂载至索引树，无需在索引树中的目标页面存储第一数据，避免了目标页面因第一数据很大而引起的频繁拆分操作，降低了数据存储的资源开销。

在本公开的技术方案中，提供一种命名为 Bw^e-tree 的索引树。为了便于理解本公开的技术方案，下面，首先结合图 2，对索引树 Bw^e-tree 的工作原理进行解释说明。

图 2 为本公开示例性实施例提供的一种 Bw^e-tree 工作原理的示意图。请参见图 2，电子设备中可以包括磁盘和内存。

内存中可以设有页面映射表，页面映射表可以用于对索引树进行管理。

页面映射表中可以包括页面标识和映射项。例如，在页面映射表中，0、1、2、……、9 为页面标识，每个页面标识都对应的映射项。一个映射项中可以存储对应的内存地址或存储地址。其中，内存地址是指在内存中的地址，存储地址是指在磁盘中的地址。

针对 Bw^e-tree 中的任意一个页面（也可以称为节点），可以通过 P 标识。例如，页面 2 可以表示为 P2。

需要说明的是，针对同一页面标识对应的不同页面，可以通过键值范围加以区分。例如，页面标识 2 对应的页面可以为页面 P2[400,500)，更新后，页面标识 2 对应的页面可以为页面 P2[400,700)。

Bw^e-tree 中可以包括多个索引页面和多个叶子页面。例如，Bw^e-tree 中，页面 P3 和页面 P8 可以为索引页面，页面 P2 和页面 P4 可以为叶子页面。页面 P3 可以为页面 P2 和页面 P4 的父页面。

每个索引页面可以有对应的键值范围。索引页面可以存储有多个子页面对应的索引记录、指向每个子页面的指针、以及指向右兄弟页面的指针。可选地，指针可以为对应页面的内存地址或存储地址。

例如，如图 2 中，页面 P3 对应的键值范围可以为(-∞,1000)，页面 P3 中可以存储有：页面 P1 对应的索引记录(P1,400)、页面 P2 对应的索引记录(P2,700)、页面 P4 对应的索引记录(P4,1000)、以及右兄弟页面 P8 的指针。

每个叶子页面有对应的键值范围[低键，高键）。叶子页面中存储有键值范围内的多个键-值（key-value）对、以及右兄弟页面的指针。其中，每个值有对应的日志序列号（Log Sequence Number，LSN）。

例如，在 Bw^e-tree 中，页面 P2 的键值范围可以为[400,700)，则页面 P2 中存储有：key 为 400 至 700 分别对应的 value、以及右兄弟页面 P4 的指针。例如，key400 可以有对应的 value1- LSN1、以及 value2-LSN2。value1 为键值 400 对应的历史数据，value2 为键值 400 对应的当前数据。

电子设备可以通过结构修改操作(structural modification operation, SMO)，以对索引树中的页面进行页面处理。

当对 Bw^e-tree 中的页面进行操作处理时，可以生成该页面对应的操作记录，并将该操作记录链接至该页面，而不是直接修改该页面。其中，操作记录可以包括数据增量记录（data-delta）、落盘记录（flush-delta）、以及存根记录（stub-delta）等。

任意一个操作记录中可以包括对应页面的内存地址或前一操作记录的内存地址、数据增量计数、页面片段计数、以及页面大小。若操作记录为落盘记录，则落盘记录中还可以包括页面片段在磁盘中的存储地址。其中，页面大小是指该页面中多个键值对和 LSN 的总大小，即逻辑页面的大小。

针对任意一个页面，每生成该页面对应的一个操作记录，可以在该页面对应的映射项中，将映射项中的内容更新为该操作记录的内存地址，以使该页面对应的映射项可以指向对该页面的操作记录。

例如，如图 2 中，对页面 P2 进行落盘操作，即将页面 P2 作为 P2 页面片段 1 存储至磁盘时，可以生成页面 P2 对应的落盘记录 a。落盘记录 a 中可以包括页面 P2 在内存中的内存地址、数据增量计数为 0、页面片段计数为 1、页面大小为 4KB（千字节）、P2 页面片段 1 在磁盘中的存储地址 1。在页面映射表中，可以在页面标识 2 对应的映射项中，将页面 P2 在内存中的内存地址更新为落盘记录 a 的内存地址。

当对页面 P2 新增数据时，可以生成 P2 对应的数据增量记录 1。数据增量记录 1 中可以包括：对页面 P2 的新增数据即键值 515 对应的 value 等、落盘记录 a 的内存地址、数据增量计数为 1、页面片段计数为 2、以及页面大小为 6KB。在页面映射表中，可以在页面标识 2 对应的映射项中，将落盘记录 a 的内存地址更新为数据增量记录 1 的内存地址。

同样地，对页面 P2 更新键值 455 对应的 value 时，可以生成数据增量记录 2。数据增量记录 2 中可

以包括：对页面 P2 的新增数据即键值 455 对应的 value 等、数据增量记录 1 的内存地址、数据增量计数为 2、页面片段计数为 2、以及页面大小为 7KB。在页面映射表中，可以在页面标识 2 对应的映射项中，将数据增量记录 1 的内存地址更新为数据增量记录 2 的内存地址。

当对页面 P2 再次进行落盘操作，即将页面 P2 的新增数据作为 P2 页面片段 2 存储至磁盘时，可以生成页面 P2 对应的落盘记录 b。落盘记录 b 中可以包括数据增量记录 2 的内存地址、数据增量计数为 2、页面片段计数为 2、页面大小为 7KB、P2 页面片段 2 在磁盘中的存储地址 2。在页面映射表中，可以在页面标识 2 对应的映射项中，将数据增量记录 2 的内存地址更新为落盘记录 b 的内存地址。

需要说明的是，在磁盘中，P2 页面片段 2 中可以包括 P2 页面片段 1 的存储地址。在对页面 P2 再次进行落盘操作时，可以进行增量存储，即只存储对页面 P2 的增量数据(515…)和(455…)，这样有利于减少存储写放大。

当内存不足时，可以将内存中的页面存储至磁盘，并在内存中删除该页面，在内存中存储该页面对应的存根记录，以减少所占用的内存空间。例如，当内存不足时，可以将页面 P4 存储至磁盘，并在内存中存储该页面 P4 对应的存根记录 1，存储记录 1 中可以包括页面 P4 在磁盘中的存储地址。在页面映射表中，可以在页面标识 4 对应的映射项中，将页面 P4 的内存地址更新为存根记录 1 的内存地址。

对于任意一个页面，若该页面被删除，则该页面对应的页面标识可以被回收，与其他空闲页的标识链接在一起。

例如，如图 2 中，若页面 0、页面 9、页面 7、页面 6 为空闲页，则页面标识 0 可以指向页面标识 9、页面标识 9 可以指向页面标识 7，页面标识 7 可以指向页面标识 6，页面标识 6 可以指向页面标识 0，以将该 4 个空闲页的页面标识链接在一起。

需要说明的是，针对任意一个页面进行落盘时，具体如下：

若该页面链接有多个操作记录，当操作记录中的数据增量计数达到阈值时，可以根据该多个操作记录更新该页面，得到新页面，并将该新页面作为一个页面片段存储至缓冲区；

若操作记录中的数据增量计数未到达阈值且仍需要落盘时，则可以将该页面和多个操作记录作为一个页面片段存储至缓冲区。

缓冲区可以存储有多个页面对应的页面片段。当缓冲区存满时，可以将缓冲区中的多个页面片段封装为一个数据块，并对该数据块分配对应的逻辑块号，将该数据块存储至磁盘，即落盘。其中，逻辑块号是指数据块对应的序号。任意一个数据块可以有对应的逻辑块号。逻辑块号是连续单调递增的。例如，在磁盘中，存储的第一个数据块的逻辑块号可以为 001，存储的第二个数据块的逻辑块号为 002。

需要说明的是，若当前磁盘中最新数据块的逻辑块号为 1000，不代表当前磁盘中存在 1000 个数据块。因为在磁盘中，在逻辑块号为 1000 的最新数据块之前的部分数据块可能已经被删除。例如，当前磁盘中最新数据块的逻辑块号为 1000，但是逻辑块号为 1 至 100 对应的 100 个数据块已被删除，则当前磁盘中，可以存在 900 个数据块，最新数据块的逻辑块号为 1000。

下面，通过具体实施例对本公开所示的技术方案进行详细说明。需要说明的是，下面几个实施例可以单独存在，也可以相互结合，对于相同或相似的内容，在不同的实施例中不再重复说明。

图 3 为本公开示例性实施例提供的一种数据存储方法的流程示意图。请参见图 3，所述方法可以包括：

S301、接收数据存储请求。

本公开实施例的执行主体可以为电子设备，也可以为设置在电子设备中的数据存储装置。数据存储装置可以通过软件实现，也可以通过软件和硬件的结合实现。数据存储装置可以为电子设备中的处理器。为了便于理解，在下文中，以执行主体为电子设备为例进行说明。

电子设备中可以包括磁盘。数据存储请求可以用于请求在磁盘中存储第一数据。

数据存储请求中可以包括第一键值、以及第一键值对应的第一数据。可选地，数据存储请求中还可以包括第一数据对应的 LSN 号。

例如，电子设备可以接收数据存储请求 1，数据存储请求 1 中可以包括第一键值 910、数据 1、以及 LSN1。数据存储请求 1 可以用于请求电子设备在磁盘中存储数据 1。

S302、若第一数据的数据大小大于或等于预设阈值，则创建第一数据对应的第一页面。

预设阈值可以是人为预设的。例如，预设阈值可以为 4K。

由于数据存储请求中包括第一数据，因此电子设备获取数据存储请求之后，即可以获取第一数据。电子设备可以确定第一数据的数据大小是否大于或等于预设阈值。若是，则电子设备可以在内存中，创建第一数据对应的第一页面。第一页面可以是索引树之外的页面。

例如，若数据存储请求 1 中包括数据 1，数据 1 的大小为 8K，则电子设备可以创建第一页面，假

设第一页面为页面P30。

需要说明的是，若第一数据的数据大小小于预设阈值，则电子设备可以在磁盘对应的索引树中确定目标页面，并在目标页面中存储第一数据。例如，若第一数据的数据大小为1K，则电子设备可以在索引树中确定目标页面，假设目标页面为页面P2，则电子设备可以在页面P2中存储第一数据。

S303、将第一数据存储至第一页面，并在磁盘对应的索引树中挂载第一页面。

电子设备创建第一页面之后，则可以在第一页面中存储第一数据。

例如，若电子设备创建了第一页面为页面P30，则电子设备可以在页面P30中存储数据1。

在一可选实施例中，可以通过如下方式，在磁盘对应的索引树中挂载第一页面：在索引树中确定第一页面对应的第一主页面；更新第一页面的索引相关信息，更新第一主页面的页面内容，以及更新第一主页面的索引相关信息，以在索引树中挂载第一页面。

索引树可以是图2中所述的Bw^e-tree。第一主页面可以是索引树中的索引页面。

例如，若第一页面为页面P30，对应的第一主页面为页面P15，则电子设备可以更新页面P30的索引相关信息，并更新页面P15的页面内容和索引相关信息，以在索引树中挂载页面P30。

在本公开实施例中，电子设备可以接收数据存储请求。若第一数据的数据大小大于或等于预设阈值，则电子设备可以创建第一数据对应的第一页面，将第一数据存储至第一页面，并在磁盘对应的索引树中挂载第一页面。由于电子设备可以将第一数据单独存储至第一页面，再将第一页面挂载至索引树，无需在索引树中的目标页面存储第一数据，避免了目标页面因第一数据很大而引起的频繁拆分操作，降低了数据存储的资源开销。

下面，在图3所示实施例的基础上，结合图4，对上述数据存储过程进行详细说明。

图4为本公开示例性实施例提供的另一种数据存储过程的流程示意图。请参见图4，所述方法可以包括：

S401、接收数据存储请求。

S402、若第一数据的数据大小大于或等于预设阈值，则创建第一数据对应的第一页面。

需要说明的是，步骤S401~步骤S402的具体执行过程可以参见步骤S301~步骤S302的具体执行过程，此处不再进行赘述。

S403、将第一数据存储至第一页面。

电子设备创建第一页面之后，则可以在第一页面中存储第一数据。

由于数据存储请求中还可以包括第一数据对应的第一键值和LSN号，则电子设备还可以在第一页面中存储第一键值和LSN号。

例如，若电子设备创建了第一页面为页面P30，则电子设备可以在页面P30中存储第一键值910、数据1、以及LSN1。

S404、更新第一页面的索引相关信息。

在一可选实施例中，可以通过如下方式，更新第一页面的索引相关信息：确定第一页面在磁盘中的存储地址、以及第一数据对应的第一键值；生成第一页面对应的第一内存记录；在磁盘对应的页面映射表中对应存储第一页面的第一页面标识和第一内存记录的内存地址；在页面映射表中，将第一页面对应的状态更新为待分配状态。

可选地，电子设备可以确定第一页面在磁盘中的存储地址，并将第一页面存储至磁盘。

可选地，电子设备还可以在磁盘中、在第一页面中设置待分配（PendingAlloc）标识。待分配标识可以用于指示第一页面未挂载至索引树。

电子设备可以在内存中，生成第一页面对应的第一内存记录。

由于第一页面中仅存储有第一数据，因此电子设备可以将第一数据对应的第一键值作为第一页面对应的第一键值。第一页面对应的第一内存记录中可以包括第一键值、以及第一页面在磁盘中的存储地址。可选地，第一内存记录中还可以包括第一页面的第一页面标识、以及第一页面的内存地址。

例如，若第一页面为页面P30，则第一页面的第一页面标识可以为30。若数据1对应的第一键值为910，则电子设备可以在内存中，生成页面P30对应的内存记录1，内存记录1中可以包括第一页面标识30、第一键值910、页面P30的内存地址、以及页面P30在磁盘中的存储地址。

电子设备的内存中可以存储有磁盘对应的页面映射表。电子设备可以确定第一页面对应的第一内存记录在内存中的内存地址，进而在页面映射表中存储第一页面的第一页面标识，并在第一页面标识对应的映射项中存储第一内存记录的内存地址，以使在页面映射表中，第一页面标识可以指向第一内存记录的内存地址。

电子设备可以在页面映射表中，第一页面标识对应的映射项中存储待分配标识，以将第一页面对应的状态更新为待分配状态。待分配状态可以用于表示第一页面未挂载至索引树。

例如，若第一页面为页面 P30，页面 P30 对应有内存记录 1，则电子设备可以在页面映射表中存储第一页面标识 30，并在第一页面标识 30 对应的映射项中，存储内存记录 1 的内存地址、以及待分配标识。

S405、在索引树中确定第一页面对应的第一主页面。

由于第一页面中仅存储有第一数据，因此电子设备可以将第一数据对应的第一键值作为第一页面对应的第一键值。

可选地，电子设备可以根据第一页面对应的第一键值，根据索引树确定第一键值所处的目标键值范围，进而将目标键值范围对应的索引页面确定为第一主页面。

例如，若数据 1 对应的第一键值为 910，数据 1 存储在第一页面即页面 P30 中，则电子设备可以确定页面 P30 对应的第一键值为 910，进而可以根据索引树确定第一键值 910 处于目标键值范围[800,950)。若目标键值范围[800,950)对应的索引页面为页面 P15，则电子设备可以确定页面 P30 对应的第一主页面为页面 P15。

S406、更新第一主页面的页面内容。

在一可选实施例中，可以通过如下方式，更新第一主页面的页面内容：根据第一数据对应的第一键值和第一页面的第一页面标识，生成第一索引记录；在第一主页面中添加第一索引记录。

第一索引记录中包括第一数据对应的第一键值和第一页面标识。

例如，若第一页面为页面 P30，第一页面标识为 30，第一键值为 910，则电子设备可以根据第一页面标识 30 和第一键值 910，生成第一索引记录(910,P30)。若第一主页面为页面 P15，页面 P15 中包括索引记录为：(810,P28),(840,P27),(880,P29)，则电子设备可以在页面 P15 中添加第一索引记录(910,P30)。页面 P15 中可以包括索引记录为：(810,P28) (840,P27),(880,P29),(910,P30)。

S407、更新第一主页面的索引相关信息。

在一可选实施例中，可以通过如下方式，更新第一主页面的索引相关信息：生成第一主页面对应的第一落盘记录；在磁盘对应的页面映射表中，将第一主页面对应的内存地址更新为第一落盘记录在内存中的地址。

电子设备可以确定第一主页面在磁盘中的存储地址，并在内存中生成第一主页面对应的第一落盘记录，并将第一落盘记录链接至目标页面之后。

第一落盘记录中可以包括第一主页面的内存地址、以及第一主页面在磁盘中的存储地址。可选地，第一落盘记录中还可以包括如下至少一项：第一主页面的内存地址、数据增量计数、页面片段计数、第一主页面的页面大小。

例如，若第一主页面为页面 P15，则电子设备可以确定页面 P15 在磁盘中的存储地址，并生成页面 P15 对应的落盘记录 1，落盘记录 1 中可以包括页面 P15 的内存地址、数据增量计数为 1、页面片段计数为 1、页面大小为 7KB、页面 P15 在磁盘中的存储地址。

在未生成第一落盘记录之前，页面映射表中第一主页面标识对应的映射项中存储有第一主页面的内存地址，则电子设备在内存中生成第一主页面对应的第一落盘记录之后，可以在页面映射表中，在第一主页面标识对应的映射项中，将第一主页面的内存地址更新为第一落盘记录的内存地址，以使页面映射表中第一主页面标识可以指向第一落盘记录。

例如，若第一主页面为页面 P15，页面 P15 有对应的落盘记录 1，则可以在页面映射表中，在第一主页面标识 15 对应的映射项中，将页面 P15 的内存地址更新为落盘记录 1 的内存地址。

S408、根据第一落盘记录，在磁盘中对第一主页面进行落盘处理。

例如，若第一主页面为页面 P15，页面 P15 对应的落盘记录 1 中包括页面 P15 在磁盘中的存储地址，则电子设备可以根据页面 P15 在磁盘中的存储地址，在磁盘中存储页面 P15，即对页面 P15 进行落盘处理。

S409、在磁盘中，将第一主页面中、第一页面对应的状态更新为确认分配状态。

电子设备可以在磁盘中，在第一主页面中设置第一页面对应的确认分配（ValidatingAlloc）标识。确认分配标识用于指示第一页面已被挂载至索引树。

例如，若第一页面为页面 P30，第一主页面为页面 P15，则电子设备将页面 P15 存储至磁盘之后，可以在页面 P15 中设置 P30 对应的确认分配标识，以指示页面 P30 已被挂载至索引树。

S410、在页面映射表中，将第一页面对应的状态更新为确认分配状态。

可选地，电子设备可以在页面映射表中，在第一页面标识对应的映射项中，删除待分配标识，以将

第一页面对应的状态更新为确认分配状态。

例如，若第一页面为页面 P30，则电子设备可以在页面映射表中、第一页面标识 30 对应的映射项中，删除待分配标识，以将页面 P30 对应的状态更新为确认分配状态。

在本公开实施例中，电子设备可以接收数据存储请求。若第一数据的数据大小大于或等于预设阈值，则电子设备可以创建第一数据对应的第一页面，并将第一数据存储至第一页面，进而更新第一页面的索引相关信息。电子设备可以在索引树中确定第一页面对应的第一主页面，并更新第一主页面的页面内容和更新第一主页面的索引相关信息，以在索引树中挂载第一页面。电子设备可以根据第一落盘记录，在磁盘中对第一主页面进行落盘处理，并在磁盘中将第一主页面中、第一页面对应的状态更新为确认分配状态。电子设备可以在页面映射表中，将第一页面对应的状态更新为确认分配状态。由于电子设备可以将第一数据单独存储至第一页面，再将第一页面挂载至索引树，无需在索引树中的目标页面存储第一数据，避免了目标页面因第一数据很大而引起的频繁拆分操作，降低了数据存储的资源开销。

下面，在图 4 所示实施例的基础上，结合图 5，对上述数据存储方法进行进一步说明。

图 5 为本公开示例性实施例提供的一种数据存储方法的过程示意图。请参见图 5，包括步骤①②③④⑤⑥⑦。

电子设备可以接收数据存储请求 1，数据存储请求 1 中可以包括第一键值 910、数据 1 和 LSN1。电子设备可以确定数据 1 的数据大小是否大于预设阈值。

若数据 1 的数据大小大于预设阈值，则在步骤①中，电子设备可以在内存中创建页面 P30，并在页面 P30 中存储第一键值 910、数据 1、以及 LSN1。

在步骤②中，电子设备可以将页面 P30 存储至磁盘，并在页面 P30 中设置待分配标识。

电子设备可以生成页面 P30 对应的内存记录 1。内存记录 1 中可以包括第一页面标识 30、第一键值 910、页面 P30 的内存地址、以及页面 P30 在磁盘中的存储地址。

在步骤③中，电子设备可以在页面映射表中存储第一页面标识 30，并在第一页面标识 30 对应的映射项中，存储内存记录 1 的内存地址、以及待分配标识。

在步骤④中，电子设备可以确定页面 P30 对应的第一主页面为页面 P15，并更新页面 P15 的页面内容。

具体地，电子设备可以根据第一页面标识 30 和第一键值 910，生成第一索引记录(910,P30)，并在页面 P15 中添加第一索引记录(910,P30)。

在步骤⑤中，电子设备可以生成页面 P15 对应的落盘记录 1，并根据落盘记录 1 将页面 P15 存储至磁盘。落盘记录 1 中可以包括页面 P15 的内存地址、数据增量计数为 1、页面片段计数为 1、页面大小为 7KB、页面 P15 在磁盘中的存储地址。

电子设备将页面 P15 存储至磁盘之后，还可以在页面 P15 中设置页面 P30 对应的确认分配标识，以指示页面 P30 已被挂载至索引树。

在步骤⑥中，电子设备可以在页面映射表中，在第一主页面标识 15 对应的映射项中，将页面 P15 的内存地址更新为落盘记录 1 的内存地址。

在步骤⑦中，电子设备可以在页面映射表中、第一页面标识 30 对应的映射项中，删除待分配标识，并在页面 P30 中删除待分配标识。

在本公开实施例中，电子设备可以接收数据存储请求。若第一数据的数据大小大于或等于预设阈值，则电子设备可以创建第一数据对应的第一页面，并将第一数据存储至第一页面，进而更新第一页面的索引相关信息。电子设备可以在索引树中确定第一页面对应的第一主页面，并更新第一主页面的页面内容和更新第一主页面的索引相关信息，以在索引树中挂载第一页面。电子设备可以根据第一落盘记录，在磁盘中对第一主页面进行落盘处理，并在磁盘中，将第一主页面中、第一页面对应的状态更新为确认分配状态。电子设备可以在页面映射表中，将第一页面对应的状态更新为确认分配状态。由于电子设备可以将第一数据单独存储至第一页面，再将第一页面挂载至索引树，无需在索引树中的目标页面存储第一数据，避免了目标页面因第一数据很大而引起的频繁拆分操作，降低了数据存储的资源开销。

上述图 3-图 5 均是对数据存储方法进行说明。在本公开的技术方案中，还对应提供一种数据删除方法。下面，结合图 6-图 8，对数据删除方法进行说明。

图 6 为本公开示例性实施例提供的一种数据删除方法的流程示意图。请参见图 6，所述方法可以包括：

S601、接收数据删除请求。

数据删除请求可以用于请求删除第二键值对应的第二数据。第二数据可以是大于或等于预设阈值的数据。

数据删除请求可以包括第二键值。可选地，数据删除请求中还可以包括第二数据对应的LSN号。

例如，电子设备可以接收数据删除请求1，数据删除请求1中可以包括数据2对应的第二键值810、以及LSN1。数据存储请求1可以用于请求删除数据2。

S602、在索引树中确定第二数据对应的第二页面。

由于数据删除请求中可以包括第二键值，且存储第二数据的页面对应的键值为第二键值，因此电子设备获取第二键值之后，可以在索引树中查找第二键值所在的页面，将第二键值所在的页面确定为第二数据对应的第二页面。第二页面可以是单独存储第二数据的页面。

例如，若数据删除请求1中包括第二键值810，若页面P28对应的键值为810，则电子设备可以根据第二键值810，确定数据2对应的第二页面为页面P28。

S603、在索引树中删除第二页面和索引相关信息，以删除第二数据。

在一可选实施例中，可以通过如下方式，在索引树中删除第二页面和索引相关信息：删除第二页面；在索引树确定第二页面对应的第二主页面；更新第二主页面的页面内容和索引相关信息。

例如，若第二页面为页面P28，则电子设备可以删除页面P28。

由于电子设备在确定第二页面时，是通过第二页面对应的第二主页面中的第二索引记录查找到第二页面的，因此电子设备在索引树中确定第二页面时，已经确定过第二页面对应的第二主页面。例如，若第二页面为页面P28，则电子设备可以确定页面P28对应的第二主页面为页面P15。电子设备可以更新页面P15中的页面内容和索引相关信息，以删除数据2。

在本公开实施例中，电子设备可以接收数据删除请求，并在索引树中确定第二数据对应的第二页面，进而可以在索引树中删除第二页面和索引相关信息，以删除第二数据。由于电子设备可以删除单独存储第二数据的第二页面，且不会引起频繁的页面合并操作，降低了删除数据的资源开销。

下面，在图6所示实施例的基础上，结合图7，对上述数据删除方法进行详细说明。

图7为本公开示例性实施例提供的另一种数据删除方法的流程示意图。请参见图7，所述方法可以包括：

S701、接收数据删除请求。

S702、在索引树中确定第二数据对应的第二页面。

需要说明的是，步骤S701~步骤S702的具体执行过程可以参见步骤S601~步骤S602的具体执行过程，此处不再进行赘述。

S703、删除第二页面。

可选地，删除第二页面，可以包括如下2种情况：

情况1：若第二页面未落盘至磁盘。

在该种情况下，由于第二页面未落盘至磁盘，第二页面、以及第二内存记录均在内存中，则电子设备可以在磁盘对应的内存中删除第二页面、以及第二页面对应的第二内存记录。

第二内存记录中可以包括第二键值、以及第二页面在磁盘中的存储地址。可选地，第二内存记录中还可以包括第二页面的第二页面标识、以及第二页面的内存地址。

例如，若第二页面为页面P28，则页面P28对应的内存记录2中可以包括第二页面标识30、第二键值810、页面P28的内存地址、以及页面P28在磁盘中的存储地址。

例如，若第二页面为页面P28，页面P28未落盘至磁盘，页面P28有对应的内存记录2，则电子设备可以在内存中删除页面P28、以及内存记录2。

情况2：若第二页面已落盘至磁盘，则在内存和磁盘中分别删除第二页面、以及在内存中删除第二内存记录。

在该种情况下，由于第二页面已落盘至磁盘，第二页面有可能在磁盘和内存中同时存在，第二内存记录在内存中，则电子设备可以在内存和磁盘中删除第二页面，并在内存中删除第二内存记录。

例如，若第二页面为页面P28，页面P28已落盘至磁盘，页面P28可能在磁盘和内存中同时存在，且内存中存在页面P28有对应的内存记录2，则电子设备可以在磁盘和内存中删除页面P28，并在内存中删除内存记录2。

由于在生成第二页面的过程中，在页面映射表中，第二页面标识对应的映射项中存储了第二内存记录的内存地址，则在上述2种情况中，电子设备删除第二页面和第二内存记录之后，可以在页面映射表中、第二页面标识对应的映射项中删除第二内存记录的内存地址；但由于还未在第二页面对应的第二主页面中删除第二页面对应的第二索引记录，因此电子设备可以在磁盘对应的页面映射表中，在第二页面标识对应的映射项中设置待删除（PendingDealloc）标识，以将第二页面对应的状态更新为待删除状态。

例如，若第二页面为页面 P28，则电子设备可以在页面映射表中，在第二页面标识 28 对应的映射项中删除内存记录 2 的内存地址，并设置待删除标识，以将页面 P28 的状态更新为待删除状态。

S704、在索引树确定第二页面对应的第二主页面。

例如，若第二页面为页面 P28，则电子设备可以确定页面 P28 对应的第二主页面为页面 P15。

S705、更新第二主页面的页面内容。

在一可选实施例中，可以通过如下方式，更新第二主页面的页面内容：确定第二页面对应的第二索引记录；在所述第二主页面中，将第二索引记录对应的状态更新为确认删除状态。

第二索引记录中可以包括第二键值和第二页面对应的第二页面标识。例如，若第二页面为页面 P28，第二键值为 810，则电子设备可以确定第二索引记录可以为(810,P28)。

第二主页面中可以包括多个索引记录，该多个索引记录包括第二索引记录。可选地，电子设备可以在第二主页面中对第二索引记录设置确认删除（ValidatingDeallo）标识，以将第二索引记录对应的状态更新为确认删除状态。

例如，若第二主页面为页面 P15，页面 P15 中可以包括多个索引记录为：(810,P28) (840,P27),(880,P29),(910,P30)，若第二索引记录为(810,P28)，则电子设备可以在页面 P15 中对第二索引记录(810,P28)设置待删除标识，以将第二索引记录(810,P28)对应的状态更新为确认删除状态。更新后，页面 P15 中可以包括多个索引记录为：(810,P28,待删除标识) (840,P27),(880,P29),(910,P30)。

S706、更新第二主页面的索引相关信息。

在一可选实施例中，可以通过如下方式，更新第二主页面的索引相关信息：生成第二主页面对应的第二落盘记录；在磁盘对应的页面映射表中，将第二主页面的内存地址更新为第二落盘记录的内存地址。

电子设备可以确定第二主页面在磁盘中的存储地址，将第二主页面落盘至磁盘，并生成第二落盘记录。第二落盘记录中可以包括第二主页面在磁盘中的存储地址。可选地，第二落盘记录中还可以包括如下至少一项：第二主页面的内存地址、数据增量计数、页面片段计数、以及第二主页面的页面大小。

例如，若第二主页面为页面 P15，则电子设备可以生成页面 P15 对应的落盘记录 2，落盘记录 2 中可以包括页面 P15 的内存地址、数据增量计数为 0、页面片段计数为 1、页面大小为 7KB、页面 P15 在磁盘中的存储地址。

由于在未生成第二落盘记录之前，页面映射表中第二主页面标识对应的映射项中存储有第二主页面的内存地址，则电子设备在内存中生成第二主页面对应的第二落盘记录之后，可以在页面映射表中，在第二主页面标识对应的映射项中，将第二主页面的内存地址更新为第二落盘记录的内存地址，以使页面映射表中第二主页面标识可以指向第二落盘记录。

例如，若第二主页面为页面 P15，页面 P15 有对应的落盘记录 2，则可以在页面映射表中，在第二主页面标识 15 对应的映射项中，将页面 P15 的内存地址更新为落盘记录 2 的内存地址。

S707、在页面映射表中，将第二页面对应的状态更新为确认删除状态。

由于在步骤 S703 中，电子设备在页面映射表中、第二页面标识对应的映射项中设置了待删除标识，则电子设备可以删除该待删除标识，以实现将第二页面对应的状态更新为确认删除状态。

可选地，电子设备还可以删除第二页面标识，或者，可以将第二页面标识作为空闲页面标识回收。

例如，若第二页面为页面 P28，页面 P28 存在对应的内存记录 2，则电子设备可以在页面映射表中，删除待删除标识，以实现将页面 P28 对应的状态更新为确认删除状态。

在本公开实施例中，电子设备可以接收数据删除请求，在索引树中确定第二数据对应的第二页面，并删除第二页面。电子设备可以在索引树确定第二页面对应的第二主页面，并更新第二主页面的页面内容和索引相关信息，以及在页面映射表中，删除第二页面对应的映射信息。由于电子设备可以删除单独存储第二数据的第二页面，且不会引起频繁的页面合并操作，降低了删除数据的资源开销。

下面，在图 6 或图 7 所示实施例的基础上，结合图 8，对上述数据删除过程进行进一步说明。

图 8 为本公开示例性实施例提供的一种数据删除方法的过程示意图。请参见图 8，包括步骤①②③④⑤⑥。

电子设备可以接收数据删除请求 1，数据删除请求 1 中可以包括第二键值 810 和 LSN1。数据删除请求 1 用于第二键值 810 和 LSN1 对应的数据 2。

在步骤①中，电子设备可以根据第二键值 810，确定数据 2 对应的第二页面为页面 P28。

在步骤②中，若内存和磁盘中均存在页面 P28，则电子设备可以在磁盘和内存中删除页面 P28，并在内存中删除内存记录 2。内存记录 2 中可以包括第二页面标识 28、第二键值 810、页面 P28 的内存地址、以及页面 P28 在磁盘中的存储地址。

在步骤③中，电子设备可以在页面映射表中，在第二页面标识 28 对应的映射项中删除内存记录 2

的内存地址，并设置待删除标识，以将页面 P28 的状态更新为待删除状态。

在步骤④中，电子设备可以确定页面 P28 对应的第二主页面为页面 P15，并更新页面 P15 的页面内容。

具体地，电子设备可以在页面 P15 中对第二索引记录(810,P28)设置待删除标识，以将第二索引记录(810,P28)对应的状态更新为确认删除状态。

在步骤⑤中，电子设备可以生成页面 P15 对应的落盘记录 2，并对页面 P15 进行落盘处理。落盘记录 2 中可以包括页面 P15 的内存地址、数据增量计数为 0、页面片段计数为 1、页面大小为 7KB、页面 P15 在磁盘中的存储地址。

在步骤⑥中，电子设备可以在页面映射表中，在第二主页面标识 15 对应的映射项中，将页面 P15 的内存地址更新为落盘记录 2 的内存地址。

在步骤⑦中，电子设备可以在页面映射表中，删除待删除标识，以实现将页面 P28 对应的状态更新为确认删除状态，即释放第二页面标识 28。

在本公开实施例中，电子设备可以接收数据删除请求，在索引树中确定第二数据对应的第二页面，并删除第二页面。电子设备可以在索引树确定第二页面对应的第二主页面，并更新第二主页面的页面内容和索引相关信息，以及在页面映射表中，删除第二页面对应的映射信息。由于电子设备可以删除单独存储第二数据的第二页面，且不会引起频繁页面合并操作，降低了删除数据的资源开销。

在电子设备对索引树中的页面进行合并处理时，可能会并发的对页面进行更新。在本公开的技术方案中，还提供一种更新链接机制，以实现在对页面进行合并处理的同时，不影响对页面的更新。下面，结合图 9，对更新链接机制进行说明。

图 9 为本公开示例性实施例提供的一种更新链接机制的流程示意图。请参见图 9，所述机制可以包括：

S901、接收数据合并请求。

数据合并请求可以用于请求合并第三页面、以及第三页面的至少一条更新记录。

更新记录可以是图 2 实施例中所述的数据增量记录。任意一个更新记录中可以包括：对第三页面的更新数据、前一更新记录或第三页面的内存地址、数据增量计数、页面片段计数、以及页面大小。

可选地，当第三页面的至少一条更新记录的第一记录数量大于或等于第一数量阈值时，电子设备可以生成数据合并请求；或者，电子设备可以响应于用户的操作，接收数据合并请求。

第一数量阈值可以是人为预设的。例如，第一数量阈值可以为 2。

例如，当页面 P2[400,700)的至少一条更新记录的第一记录数量为 2，等于第一数量阈值 2 时，电子设备可以生成数据合并请求 1；或者，电子设备可以响应于用户的操作，接收数据合并请求 1。数据合并请求 1 可以用于请求合并页面 P2[400,700)、以及对应的更新记录 1 和更新记录 2。

S902、根据数据合并请求，生成第三页面对应的合并记录，并在第三页面上挂载合并记录。

合并记录可以用于挂载第三页面的下一条更新记录。下一条更新记录是指已存在的至少一个更新记录之后新生成的更新记录。

电子设备可以根据数据合并请求，在内存中生成第三页面对应的合并记录。

例如，若第三页面为页面 P2[400,700)，则电子设备可以根据数据合并请求 1，在内存中生成页面 P2[400,700)对应的合并记录 1。

在一可选实施例中，可以通过如下方式，在第三页面上挂载合并记录：在至少一条更新记录中确定第二更新记录；在合并记录中添加第二更新记录的内存地址；在磁盘对应的页面映射表中，将第三页面的第三页面标识对应的映射内容更新为合并记录的内存地址。

第二更新记录为至少一条更新记录中的最后一条更新记录。

例如，若第三页面为页面 P2[400,700)，对应有更新记录 1 和更新记录 2，若更新记录 2 为最后一条更新记录，则电子设备可以在更新记录 1 和更新记录 2 中确定第二更新记录为更新记录 2。电子设备可以在合并记录 1 中添加更新记录 2 的内存地址 2。

可选地，电子设备还可以确定至少一条更新记录的第一记录数量，并在合并记录中增加第一记录数量。第一记录数量用于表示此时第三页面对应的更新记录的数量。

例如，若第三页面为页面 P2[400,700)，页面 P2[400,700)对应有更新记录 1 和更新记录 2，则第一记录数量为 2，电子设备可以在合并记录 1 中添加第一记录数量为 2。

电子设备可以确定第三页面的第三页面标识，并在页面映射表中、第三页面标识对应的映射项中，将第三页面标识对应的映射内容更新为合并记录在内存中的内存地址。

例如，若第三页面为页面 P2[400,700)，则电子设备可以确定第三页面标识为 2。若页面映射表中的

第三页面标识(即页面标识 2)对应的映射项中存储有更新记录 2 的内存地址 2，则电子设备可以在页面映射表中、第三页面标识(即页面标识 2)对应的映射项中，将第三页面标识对应的映射内容即更新记录 2 的内存地址 2，更新为合并记录 1 的内存地址。

S903、对第三页面和至少一条更新记录进行合并处理，得到合并页面。

可选地，电子设备可以根据至少一条更新记录修改第三页面的页面内容，以对第三页面和至少一条更新记录进行合并处理，得到合并页面。

例如，若第三页面为页面 P2[400,700)，更新记录 1 为在页面 P2[400,700)中新增键值 515 对应的数据，更新记录 2 为在页面 P2[400,700)中新增键值 455 对应的数据，则电子设备可以根据更新记录 1 在页面 P2[400,700)中新增键值 515 对应的数据，并根据更新记录 2 在页面 P2[400,700)中新增键值 455 对应的数据，得到更新后的页面 P2[400,700)，即合并页面。

S904、确定合并页面的内存地址。

例如，若合并页面为更新后的页面 P2[400,700)，则电子设备可以确定更新后的页面 P2[400,700)的内存地址。

S905、在合并记录中，将第二更新记录的内存地址更新为合并页面的内存地址。

由于在生成合并记录（即进行页面合并之前）时，电子设备在合并记录中添加了第二更新记录的内存地址，则在对第三页面和至少一条更新记录进行合并处理，得到合并页面之后，可以在合并记录中，将第二更新记录的内存地址更新为合并页面的内存地址，以使合并记录挂载在合并页面上。

例如，若合并记录 1 中包括更新记录 2 的内存地址 2，合并页面为更新后的页面 P2[400,700)，则电子设备可以在合并记录 1 中,将更新记录 2 的内存地址 2 更新为更新后的页面 P2[400,700)的内存地址。

S906、在合并记录中，将第一记录数量更新为 0。

由于对第三页面和至少一条更新记录进行合并处理，得到合并页面之后，此时合并页面不存在对应的更新记录，因此电子设备可以在合并记录中，将第一记录数量更新为 0，以表示在合并记录和合并页面之间不存在更新记录。

例如，若合并记录 1 中的第一记录数量为 2，则得到合并页面之后，可以在合并记录 1 中，将第一记录数量从 2 更新为 0。

S907、接收第三页面对应的更新请求。

需要说明的是，执行步骤 S907~S909 的时机包括 2 种情况：

情况 1：在执行上述步骤 S903~S905 时，电子设备并发的执行步骤 S907~S909；

情况 2：在执行完步骤 S903~S906 之后，电子设备顺序执行步骤 S907~S909。

无论是情况 1 还是情况 2，电子设备可以接收第三页面对应的更新请求。

例如，若第三页面为页面 P2[400,700)，则电子设备可以接收页面 P2[400,700)对应的更新请求 3，更新请求 3 可以为请求在页面 P2[400,700)新增键值 650 对应的数据。

S908、生成第三页面对应的目标更新记录。

电子设备接收到第三页面对应的更新请求之后，可以在内存中，根据更新请求生成第三页面对应的目标更新记录。

目标更新记录可以为图 2 实施例中所述的数据增量记录。目标更新记录中可以包括对第三页面的更新数据。可选地，目标更新记录还可以包括如下至少一项：数据增量计数、页面片段计数、页面大小。

需要说明的是，目标更新记录中的数据增量计数等于合并记录中的第一记录数量加一，具体如下：

(1)若生成第三页面对应的目标更新记录时,合并记录中的第一记录数量还未更新为 0(即情况 1)，则目标更新记录中的数据增量计数为第一记录数量+1。

例如，若合并记录 1 中的第一记录数量为 2，则目标更新记录中的数据增量计数为 3。

(2)若生成第三页面对应的目标更新记录时,合并记录中的第一记录数量已更新为 0(即情况 2)，则目标更新记录中的数据增量计数为 1，即第一记录数量（0）+1。

例如，若第三页面为页面 P2[400,700)，电子设备可以接收到页面 P2[400,700)对应的更新请求 3 为请求在页面 P2[400,700)新增键值 650 对应的数据，则电子设备可以根据更新请求 3，生成更新记录 3 即目标更新记录。更新记录 3 中可以包括对第三页面的更新数据即键值 650 对应的数据、数据增量计数为 3、页面片段计数为 1、以及页面大小为 8KB。

S909、在目标更新记录中增加合并记录的内存地址，以及在磁盘对应的页面映射表中，将合并记录对应的内存地址更新为目标更新记录的内存地址。

电子设备在生成第三页面对应的目标更新记录之后,可以在目标更新记录中增加合并记录的内存地

址，以使目标更新记录链接在合并记录的后面。

例如，若电子设备生成目标更新记录为更新记录 3，则可以在更新记录 3 中添加合并记录 1 的内存地址，以使更新记录 3 链接在合并记录 1 的后面。

由于在步骤 S902 中，电子设备在磁盘对应的页面映射表中，已将第三页面的第三页面标识对应的映射内容更新为合并记录在内存中的内存地址，因此生成目标更新记录之后，则可以在磁盘对应的页面映射表中，将合并记录对应的内存地址更新为目标更新记录的内存地址。

例如，若第三页面为页面 P2[400,700)，若目标更新记录为更新记录 3，则电子设备可以在页面映射表中、第三页面标识(即页面标识 2)对应的映射项中，将合并记录 1 的内存地址更新为更新记录 3 的内存地址。

需要说明的是，当在情况 1 中，并发执行 S903~S905 和 S907~S909，再顺序执行 S906 时，存在先执行步骤 S908 后执行 S906 的情况，即存在合并记录 1 中的第一记录数量为 2，目标更新记录中的数据增量计数为 3 的情况，因此在执行步骤 S906，将合并记录 1 中的第一记录数量更新为 0 之后，可以将目标更新记录中的数据增量计数更新为 1，即第一记录数量（0）+1。

在本公开实施例中，电子设备可以接收数据合并请求。电子设备可以根据数据合并请求，生成第三页面对应的合并记录，并在第三页面上挂载合并记录。电子设备可以对第三页面和至少一条更新记录进行合并处理，得到合并页面，并确定合并页面的内存地址，进而可以在合并记录中，将第二更新记录的内存地址更新为合并页面的内存地址。电子设备可以在合并记录中，将第一记录数量更新为 0。电子设备可以接收第三页面对应的更新请求，并生成第三页面对应的目标更新记录，进而可以在目标更新记录中增加合并记录的内存地址，以及在磁盘对应的页面映射表中，将合并记录对应的内存地址更新为目标更新记录的内存地址。由于可以在对第三页面和至少一个更新记录进行合并处理之前，生成合并记录，并挂载在第三页面上。在对第三页面和至少一个更新记录进行合并处理时，且并发对第三页面进行更新时，可以将新生成的目标更新记录链接至合并记录之后，这样在对第三页面和至少一个更新记录进行合并处理时，不会耽误对第三页面的更新，提高了对页面进行处理的效率。

下面，在图 9 所示实施例的基础上，结合图 10，通过具体示例，对上述更新链接机制进行进一步说明。

图 10 为本公开示例性实施例提供的一种更新链接机制的过程示意图。请参见图 10，包括步骤①②③④⑤⑥⑦。

电子设备可以接收数据合并请求 1。数据合并请求 1 可以用于请求合并页面 P2[400,700)、以及对应的更新记录 1 和更新记录 2。

在步骤①中，电子设备可以根据数据合并请求 1，在内存中生成页面 P2[400,700)对应的合并记录 1，并在合并记录 1 中添加更新记录 2 的内存地址 2、以及第一记录数量为 2。

在步骤②中，电子设备可以在页面映射表中、第三页面标识(即页面标识 2)对应的映射项中，将第三页面标识对应的映射内容更新为合并记录 1 的内存地址。

在步骤③中，电子设备可以对页面 P2[400,700)、更新记录 1 和更新记录 2 进行合并处理，得到合并页面。具体地，电子设备可以根据更新记录 1 在页面 P2[400,700)中新增键值 515 对应的数据，并根据更新记录 2 在页面 P2[400,700)中新增键值 455 对应的数据，得到合并页面，即更新后的页面 P2[400,700)。

在步骤④中，电子设备可以确定合并页面（即更新后的页面 P2[400,700)）的内存地址，并在合并记录 1 中，将更新记录 2 的内存地址 2 更新为合并页面的内存地址。

在步骤⑤中，电子设备可以在合并记录 1 中，将第一记录数量从 2 更新为 0。

若在执行步骤③④⑤时，存在页面 P2[400,700)对应的更新请求，则电子设备可以并行执行步骤⑥和步骤⑦。

在步骤⑥中，电子设备可以接收页面 P2[400,700)对应的更新请求 3，根据更新请求 3，生成页面 P2[400,700)对应的目标更新记录即更新记录 3，并在更新记录 3 中添加合并记录 1 的内存地址。更新记录 3 中可以包括：对第三页面的更新数据即键值 650 对应的数据、合并记录 1 的内存地址、数据增量计数为 3、页面片段计数为 1、以及页面大小为 8KB。

在步骤⑦中，电子设备可以在页面映射表中、第三页面标识(即页面标识 2)对应的映射项中，将合并记录 1 的内存地址更新为更新记录 3 的内存地址。

在本公开实施例中，电子设备可以接收数据合并请求。电子设备可以根据数据合并请求，生成第三页面对应的合并记录，并在第三页面上挂载合并记录。电子设备可以对第三页面和至少一条更新记录进行合并处理，得到合并页面，并确定合并页面的内存地址，进而可以在合并记录中，将第二更新记录的内存地址更新为合并页面的内存地址。电子设备可以在合并记录中，将第一记录数量更新为 0。电子设

备可以接收第三页面对应的更新请求，并生成第三页面对应的目标更新记录，进而可以在目标更新记录中增加合并记录的内存地址，以及在磁盘对应的页面映射表中，将合并记录对应的内存地址更新为目标更新记录的内存地址。由于可以在对第三页面和至少一个更新记录进行合并处理之前，生成合并记录，并挂载在第三页面上。在对第三页面和至少一个更新记录进行合并处理时，且并发对第三页面进行更新时，可以将新生成的目标更新记录链接至合并记录之后，这样在对第三页面和至少一个更新记录进行合并处理时，不会耽误对第三页面的更新，提高了对页面进行处理的效率。

在本公开的技术方案中，还提供一种垃圾回收方法。下面，结合图 11，对垃圾回收方法进行说明。

图 11 为本公开示例性实施例提供的一种垃圾回收方法的流程示意图。请参见图 11，所述方法可以包括：

S1101、在磁盘中确定待进行垃圾回收的至少一个目标数据块。

可选地，电子设备可以维护一个当前垃圾回收点（Garbage Collection Point，GCP）。GCP 是上次垃圾回收所记录的下一个即将回收的数据块的逻辑块号，即是本次进行垃圾回收的第一数据块的逻辑块号。第一数据块是指本次垃圾回收中第一个进行回收处理的数据块。

需要说明的是，在任意一次垃圾回收过程中，GCP 是随着垃圾回收的进展而动态变化的。

可选地，当磁盘中的空闲存储空间的大小小于或等于第一阈值时，或者当磁盘中的垃圾占比大于或等于第二阈值时，电子设备可以执行图 11 所示的步骤。

第一阈值和第二阈值均可以是人为预设的。

在一可选实施例中，电子设备可以通过如下方式，确定磁盘中的垃圾占比：确定磁盘中的有效数据大小 V；确定磁盘中的垃圾大小 G；将垃圾大小 G 与有效数据大小 V 的比值，确定为垃圾占比 K。其中，V、G 均为大于或等于 0 的整数、K 为 0~1 之间的小数。

可选地，电子设备可以通过如下公式（1）确定有效数据大小 V：

$$V = T*B - I \quad \text{公式（1）}$$

其中，T 表示磁盘中已经落盘的最新数据块的逻辑块号；B 表示一个数据块的大小；I 表示历史无效数据的总大小。

历史无效数据的总大小是指从磁盘中存储的第一个数据块至当前已经落盘的最新数据块的多个数据块中的所有无效数据的总大小。

公式（1）表示：磁盘中已经落盘的最新数据块的逻辑块号*一个数据块的大小等于磁盘中存储过的所有数据块的总大小，再减去历史无效数据的总大小，即为当前磁盘中存在的有效数据的大小。

例如，若磁盘中已落盘的最新数据块的逻辑块号 T 为 1000，一个数据块的大小 B 为 2MB（兆），当前磁盘中存储有逻辑块号为 251 至 1000 对应的 750 个数据块，历史无效数据的总大小 I（即逻辑块号从 1 至 1000 对应的 1000 个数据块中所有无效数据的总大小）为 1500MB，则可以确定当前磁盘中 750 个数据块中的有效数据大小为 1000*2-1500=500MB。

可选地，电子设备可以通过如下公式（2）确定垃圾大小 G：

$$G = I - (H-1)*B \quad \text{公式（2）}$$

其中，I 表示历史无效数据的总大小；H 表示第一数据块的逻辑块号；B 表示一个数据块的大小。

在公式（2）中，(H−1)*B 为当前开始垃圾回收的第一数据块之前的多个无效数据块的大小。

公式（2）表示：历史无效数据的总大小减去第一数据块之前的多个无效数据块的大小，等于磁盘中当前从第一数据块至已落盘的最新数据块中的总垃圾大小。

第一数据块之前的多个数据块均为无效数据块（无论该多个数据块当前是否在磁盘中）。

例如，若磁盘中已经落盘的最新数据块的逻辑块号 T 为 1000，一个数据块的大小 B 为 2MB（兆），历史无效数据的总大小 I 为（即逻辑块号从 1 至 1000 对应的 1000 个数据块中所有无效数据的总大小）1500MB，当前磁盘中存储有逻辑块号 251 至 1000 对应的 750 个数据块，第一数据块的逻辑块号为 280，则可以确定当前磁盘中逻辑块号为 280 至 1000 的 720 个数据块中的垃圾大小 G 为 1500-(280-1)*2=942MB。

可选地，电子设备可以通过如下公式（3）确定垃圾占比 K：

$$K = G/(V+G) \quad \text{公式（3）}$$

其中，G 为磁盘中的垃圾大小；V 为磁盘中的有效数据大小。

例如，若 G 为 942MB，V 为 500MB，则垃圾占比 K=942/(942+500)=65%。

针对任意一个数据块，数据块中可以包括多个页面片段。

针对任意一个数据块，数据块有对应的逻辑块号。例如，若数据块的逻辑块号为 005，则该数据块

可以表示为数据块005。

在一可选实施例中，可以通过如下方式，在磁盘中确定待进行垃圾回收的至少一个目标数据块：在磁盘中确定第一数据块；在磁盘中确定正在进行数据操作的第二数据块；将磁盘中，第一数据块和第二数据块之间的数据块，确定为至少一个目标数据块。

需要说明是，该至少一个目标数据块中包括第一数据块，但不包括第二数据块。

可选地，电子设备可以确定垃圾回收点，根据垃圾回收点在磁盘中确定第一数据块。例如，若垃圾回收点为280，则可以在磁盘中将逻辑块号为280对应的数据块280确定为第一数据块。

例如，电子设备可以在磁盘中确定正在进行数据操作的第二数据块为数据块 1001，若第一数据块为数据块280，则电子设备可以在磁盘中，将数据块280至数据块1001之间的720个数据块（即数据块280、数据块281、……、数据块1000），确定为720个目标数据块。

S1102、在至少一个目标数据块中确定有效页面片段，并将有效页面片段存储至缓冲区。

在一可选实施例中，可以通过如下方式，在至少一个目标数据块中确定有效页面片段：确定至少一个目标数据块中、各页面片段的片段状态；将至少一个目标数据块中、有效状态的页面片段，确定为有效页面片段。

针对任意一个页面片段，页面片段的片段状态可以为有效状态或者无效状态。

由于在磁盘中，任意一个页面可以对应多个页面片段。在该多个页面片段中，在后存储的页面片段中包括在先存储的页面片段的存储地址，该多个页面片段可以形成页面对应的页面片段链，因此在一可选实施例中，针对任意一个页面片段，电子设备可以确定该页面片段是否在对应的页面片段链中。若在，则说明该页面片段的片段状态为有效状态；若否，则说明该页面片段的片段状态为无效状态。

例如，假设页面P2对应有P2页面片段0、P2页面片段1和P2页面片段2，P2页面片段1中包括P2页面片段0的存储地址，P2页面片段2中包括P2页面片段1的存储地址，因此页面P2对应的页面片段链1中包括P2页面片段0、P2页面片段1和P2页面片段2。针对P2页面片段0，电子设备可以确定P2页面片段0是否在页面片段链1中。若是，则说明P2页面片段0的片段状态为有效状态；若否，则说明P2页面片段0的片段状态为无效状态。

可选地，还可以根据页面映射表，确定页面片段的片段状态，可以包括如下3种情况：

情况1：若页面标识对应的映射项为空，则页面标识对应的多个页面片段均为无效页面片段。

情况2：针对单独存储大数据的页面（该页面也可以作为一个页面片段看待），若页面标识对应的映射项中的存储地址与该页面的存储地址不同，则说明该页面为无效页面片段；如果相同，则说明该页面为有效页面片段。

情况3：针对任意一个页面片段，根据该页面片段的存储地址与对应的第四页面片段的第一存储地址确定页面片段的片段状态。

针对任意一个页面片段，可以通过如下方式，确定页面片段的片段状态：确定页面片段对应的第四页面，页面片段为对第四页面进行落盘后得到的；确定第四页面对应的最新落盘记录，第一存储地址为对第四页面在磁盘中的最早落盘地址；若页面片段的存储地址大于或等于第一存储地址，则确定片段状态为有效状态；若页面片段的存储地址小于第一存储地址，则确定片段状态为无效状态。

由于在磁盘中，任意一个页面可以对应多个页面片段，因此电子设备可以确定页面片段对应的第四页面。

可选地，第四页面对应的任意一个落盘记录、数据增量记录或者存根记录中，均可以包括第四页面对应的第一存储地址，因此最早落盘记录中可以包括第四页面对应的第一存储地址。第一存储地址为第四页面在磁盘中当前有效片段的最早落盘地址。

电子设备可以确定第四页面对应的最新落盘记录，并在最新落盘记录中确定第一存储地址。若页面片段的存储地址大于或等于第一存储地址，则说明该页面片段是在当前最早有效的第一存储地址对应的有效页面片段之后存储的，则可以确定该页面片段的片段状态为有效状态；若页面片段的存储地址小于第一存储地址，则说明该页面片段是在当前最早有效的第一存储地址对应的有效页面片段之前存储的，则确定片段状态为无效状态。

例如，若电子设备可以确定页面片段0对应的第四页面为页面P2。假设页面P2对应有P2页面片段0、P2页面片段1和P2页面片段2，若页面P2对应的最新落盘记录为落盘记录2，则电子设备可以在落盘记录2中确定页面P2对应的第一存储地址为存储地址1，假设存储地址1为P2页面片段1的存储地址。则针对P2页面片段2，若P2页面片段2的存储地址大于或等于存储地址1，则可以确定P2页面片段2的片段状态为有效状态，则可以将P2页面片段2确定为有效页面片段；若页面片段0的存储地址小于存储地址1，则可以确定页面片段0的片段状态为无效状态。

针对任意一个目标数据块，电子设备可以在目标数据块中确定有效页面片段，并将有效页面片段存

储至缓冲区。

例如，若数据块 280 至数据块 1001 之间的 720 个目标数据块，则电子设备可以在数据块 280 中确定 2 个有效页面片段，并将该 2 个有效页面片段复制至缓冲区；可以在数据块 281 中确定 0 个有效页面片段；……；可以在数据块 1000 中确定 1 个有效页面片段，并将该 1 个有效页面片段复制至缓冲区。

S1103、在磁盘中删除至少一个目标数据块。

当缓冲区填满之后，可以将缓冲区中的多个页面片段重新封装为数据块，存储至磁盘。该数据块中可以记录历史无效数据总大小、以及对应的逻辑块号。该数据块中还可以记录有数据起始点（Data Start Point，DSP），即下一个即将回收的数据块的逻辑块号。

当至少一个目标数据块中的有效页面片段均重新存储至磁盘之后，可以删除该至少一个目标数据块，即当磁盘中已经写入的最新数据块中记录的数据起始点为最后一个目标数据块的逻辑块号时，可以删除至少一个目标数据块。

例如，若磁盘中已经写入的最新数据块为数据块 1300，数据块 1300 中记录的数据起始点为 1001 时，则说明本次垃圾回收中，数据块 280 至数据块 1001 之间的 720 个目标数据块中的有效页面片段均已重新存储至磁盘，则电子设备可以在磁盘中删除数据块 280 至数据块 1001 之间的 720 个目标数据。

需要说明的是，数据块中记录的数据起始点，即为当前垃圾回收点。例如，本次垃圾回收过程中，数据块 1300 中记录的数据起始点为 1001，则在下次垃圾回收中，电子设备可以根据该数据起始点 1001，确定当前垃圾起始点为 1001，从数据块 1001 开始进行垃圾回收处理。

在本公开实施例中，电子设备可以在磁盘中确定待进行垃圾回收的至少一个目标数据块，在至少一个目标数据块中确定有效页面片段，并将有效页面片段存储至缓冲区，在磁盘中删除至少一个目标数据块。通过本公开的技术方案，进行垃圾回收时，无需读取所有数据块中的元信息以确定需要删除的无效数据和需要保留的有效数据，提高了进行垃圾回收的效率。

在电子设备的运行过程中，电子设备可能会发生故障，导致无法根据索引树读写数据，因此需要进行恢复处理。在本公开的技术方案中，还提供一种数据恢复方法。下面，结合图 12，对数据恢复方法进行说明。

图 12 为本公开示例性实施例提供的一种数据恢复方法的流程示意图。请参见图 12，所述方法可以包括：

S1201、确定磁盘中的数据块数量。

例如，电子设备可以确定磁盘中的数据块数量为 2000。

S1202、在数据块数量大于或等于预设数量时，存储磁盘对应的页面映射表。

可选地，预设数量可以是人为预设的。例如，预设数量可以为 1900。

当数据块数量大于或等于预设数量时，电子设备可以在专用缓冲区，存储磁盘对应的页面映射表。例如，若数据块数量为 2000，预设数量为 1900，则电子设备可以在内存中确定当前正在使用的页面映射表，并在专用缓冲区存储该页面映射表 1。

需要说明的时，在专用缓冲区中存储页面映射表时，内存中的当前页面映射表不停止使用，且可能不断发生更新，因此在专用缓冲区存储的页面映射表存储完成时，可能与内存中的当前页面映射表中的部分内容不同，即专用缓冲区中存储的页面映射表为内存中的当前页面映射表的历史版本。

根据当前页面映射表在专用缓冲区中存储页面映射表时，当前页面映射表中的映射项包括的映射内容原封不动的一起保存。映射内容可以包括待分配标识、待删除标识、确认分配标识、确认删除标识、以及存储地址等。

S1203、确定页面映射表中的最大页面标识、开始存储页面映射表时最新完成落盘的第三数据块、以及存储完成页面映射表时正在进行数据操作的第四数据块。

例如，电子设备可以扫描页面映射表，并在页面映射表中确定最大页面标识为 30；可以在磁盘中，确定开始存储页面映射表中最新完成落盘的第三数据块为数据块 50；可以在磁盘中，确定存储完成页面映射表时正在进行数据操作的第四数据块为数据块 60。

S1204、根据最大页面标识、第三数据块和第四数据块，生成检查信息，并存储检查信息。

检查信息可以包括最大页面标识、第三数据块的标识和第四数据块的标识。其中，第三数据块的标识和第四数据块的标识均是指逻辑块号。

可选地，在检查信息中，可以将第三数据块的标识确定为恢复起始点，表示需要进行故障恢复处理时，从恢复起始点开始恢复；可以将第四数据块的标识作为最大检查点块号，即进行故障恢复处理时的恢复结束点。

可选地，电子设备可以在已经存储到专用缓冲区的页面映射表中存储检查信息。

例如，电子设备可以根据最大页面标识 30、第三数据块为数据块 50、第四数据块为数据块 60，生成检查信息 1，检查信息 1 中可以包括最大页面标识 30、第三数据块的标识 50 和第四数据块的标识 60。电子设备可以在已存储到专用缓冲区的页面映射表 1 中存储检查信息 1。

可选地，电子设备可以在不同的历史时刻，保存页面映射表和对应的检查信息，则页面映射表和对应的检查信息可以有多个版本。一般情况下，可以保留最新版本和次新版本的页面映射表和对应的检查信息。

S1205、在确定磁盘故障时，获取页面映射表和检查信息。

可选地，由于电子设备可以存储最新版本和次新版本的页面映射表和检查信息，因此电子设备可以先获取最新版本的页面映射表和检查信息，并按照最新版本的页面映射表和检查信息对磁盘进行故障恢复处理；若恢复失败，则可以获取次新版本的页面映射表和检查信息，并按照获取次新版本的页面映射表和检查信息对磁盘进行故障恢复处理。

例如，电子设备可以获取最新版本的页面映射表 1 和检查信息 1。检查信息 1 中可以包括最大页面标识 30、第三数据块的标识 50 和第四数据块的标识 60。

S1206、根据页面映射表和检查信息，对磁盘进行故障恢复处理。

可选地，可以通过如下方式，对磁盘进行故障恢复处理：在检查信息中确定第三数据块的标识、以及第四数据块的标识；在磁盘中，根据第三数据块的标识确定第三数据、以及根据第四数据块的标识确定第四数据；将第三数据块与第四数据块之间的至少一个数据块加载至缓冲区，并根据至少一个数据块中的多个页面片段更新内存中的当前页面映射表。

可选地，缓冲区可以有至少两个。至少两个缓冲区可以交替使用。

例如，若电子设备在检查信息 1 确定第三数据块的标识为 50、以及第四数据块的标识为 60，则电子设备可以根据第三数据块的标识 50 确定第三数据块为数据块 50、以及可以根据第四数据块的标识 60 确定第四数据块为数据块 60。电子设备可以将数据块 50 与数据块 60 之间的 10 个数据块加载至缓冲区，并根据该 10 个数据块中的多个页面片段更新内存中的当前页面映射表。

可选地，针对任意一个页面片段，页面片段有对应的页面标识，电子设备可以扫描页面片段，并根据页面片段更新页面映射表，可以包括如下 3 种情况：

情况 1：若页面片段中包括待分配标识或待删除标识。

在该种情况下，由于页面片段中包括待分配标识或待删除标识，说明还未对该页面片段进行分配或删除，则可以在当前页面映射表中、页面标识对应的映射项中设置待分配标识或待删除标识。

情况 2：若页面片段中包括确认分配标识，且在当前页面映射表中、页面标识对应的映射项中存在待分配标识。

在该种情况下，由于页面片段中已包括确认分配标识，说明已经对该页面片段分配完成，则可以在当前页面映射表中、页面标识对应的映射项中删除待分配标识。

情况 3：若页面片段中包括确认删除标识，且在当前页面映射表中、页面标识对应的映射项中存在待删除标识。

在该种情况下，由于页面片段中已包括确认删除标识，说明已经对该页面片段标记了确认删除标识，则可以在当前页面映射表中、页面标识对应的映射项中删除待删除标识。

另外，需要补充的是，由于索引树中的每个页面都遵循图 13 所示的页面生命周期，图 13 为本公开示例性实施提供的一种页面生命周期的示意图。请参见图 13，通常包含待分配标识或待删除标识的页面片段位于包含相应确认分配标识或确认删除标识的页面片段之前。然而，在垃圾回收过程中，可以将包括待分配标识或待删除标识的页面片段重新存储至包括相应确认分配标识或确认删除标识的页面片段后面。因此，对更新页面映射表的情况补充如下情况 4 和情况 5：

情况 4：若页面片段中包括待分配标识，但在当前页面映射表中、页面标识对应的映射项中的映射内容非空。

在该种情况下，可以在当前页面映射表中、页面标识对应的映射项中，将映射内容更新为页面片段的存储地址，并忽略待分配标识。

情况 5：若页面片段中包括待删除标识，但在当前页面映射表中、页面标识对应的映射项为空。

在该种情况下，无需进行其他处理。因为在页面片段中包括待删除标识时，当前页面映射表中、页面标识对应的映射项本就是要设置为空的。

可选地，对至少一个数据块中的多个页面片段扫描完成之后，可以再次检查更新内存中的当前映射表，可以包括如下 3 种情况：

情况 1：若当前映射表中的页面标识对应的映射项为空。

在该种情况下，说明这个页面标识为空闲页面标识，则可以对该页面标识进行回收。

情况 2：若当前映射表中的页面标识对应的映射项中包括待分配标识。

在该种情况下，在页面标识对应的映射项中设置待删除标识。原因是：在进行故障恢复时恢复的是历史时刻的数据，在历史时刻该页面对应的状态为待分配状态；而在当前时刻，该页面可能已经不需要分配了，因此在页面标识对应的映射项中设置待删除标识。

情况 3：如果当前映射表中的页面标识对应的映射项中包括待删除标识。

在该种情况下，说明该页面标识对应的页面片段是准备被删除的，因此可以对该页面片段执行剩余的页面删除操作，且在页面删除操作执行完删除该页面片段之后，回收该页面标识。

需要说明的是，在进行故障恢复的过程中，读盘也在进行中。若页面片段中包括索引记录，则为了方便检索，可以将索引记录加载在内存中；若页面片段中包括键值对，则可以在内存中保留该页面片段对应的存根记录，以节省内存空间。

可选地，在故障恢复成功之后，电子设备可以重新处理存储请求。在电子设备可以在多个存储请求中，确定 LSN 号重复的第一存储请求和第二存储请求。由于在 LSN 号重复时，第一存储请求和第二存储请求为内容重复的存储请求，则电子设备可以丢弃其中一个存储请求，处理另一个存储请求。

可选地，电子设备在删除在页面映射表中存在，但未被索引树所引用的页面标识对应的游离页面时，可以创建一个记录历史无效数据总大小的页面片段。每删除一个游离页面，电子设备可以在该页面片段中，根据游离页面的大小累计无效数据总大小。

在本公开实施例中，电子设备可以确定磁盘中的数据块数量，并在数据块数量大于或等于预设数量时，存储磁盘对应的页面映射表。电子设备可以确定页面映射表中的最大页面标识、开始存储页面映射表时最新完成落盘的第三数据块、以及存储完成页面映射表时正在进行数据操作的第四数据块，并根据最大页面标识、第三数据块和第四数据块，生成检查信息，并存储检查信息。电子设备可以在确定磁盘故障时，获取页面映射表和检查信息，并根据页面映射表和检查信息，对磁盘进行故障恢复处理。由于电子设备可以存储页面映射表和检查信息，并根据页面映射表和检查信息进行故障恢复处理，提高了进行故障恢复的成功率。

需要说明的是，在本公开中，上述任一实施例中所示的各个处理步骤并不构成对其方法的具体限定。在本公开另一些实施例中，可以包括比相应实施例更多或更少的步骤。例如，数据存储过程可以包括图 4 实施例中的部分步骤，或者，图 4 实施例中的一些步骤可以由具有相同功能的步骤替换，或者图 4 实施例中的一些步骤可以被拆分成多个步骤等。

图 14 为本公开示例性实施例提供的一种数据存储装置的结构示意图一。请参见图 14，所述数据存储装置 1400 可以包括：接收模块 1401、创建模块 1402、存储模块 1403 和挂载模块 1404，其中，

所述接收模块 1401 用于，接收数据存储请求，所述数据存储请求用于请求在磁盘中存储第一数据；

所述创建模块 1402 用于，若所述第一数据的数据大小大于或等于预设阈值，则创建所述第一数据对应的第一页面；

所述存储模块 1403 用于，将所述第一数据存储至所述第一页面；

所述挂载模块 1404 用于，在所述磁盘对应的索引树中挂载所述第一页面。

本公开实施例提供的数据存储装置可以执行上述方法实施例所示的技术方案，其实现原理以及有益效果类似，此处不再进行赘述。

在一种可能的实施方式中，所述挂载模块 1404 具体用于：

在所述索引树中确定所述第一页面对应的第一主页面；

更新所述第一页面的索引相关信息，更新所述第一主页面的页面内容，以及更新所述第一主页面的索引相关信息，以在所述索引树中挂载所述第一页面。

在一种可能的实施方式中，所述挂载模块 1404 具体用于：

确定所述第一页面在所述磁盘中的存储地址、以及所述第一数据对应的第一键值；

生成所述第一页面对应的第一内存记录，所述第一内存记录中包括所述第一键值、以及第一页面在所述磁盘中的存储地址；

在所述磁盘对应的页面映射表中对应存储所述第一页面的第一页面标识、以及所述第一内存记录的内存地址；

在所述页面映射表中，将所述第一页面对应的状态更新为待分配状态，所述待分配状态用于表示所述第一页面未挂载至所述索引树。

在一种可能的实施方式中，所述挂载模块 1404 具体用于：

根据所述第一数据对应的第一键值和所述第一页面的第一页面标识，生成第一索引记录，所述第一

索引记录中包括所述第一键值和所述第一页面标识；

在所述第一主页面中添加所述第一索引记录。

在一种可能的实施方式中，所述挂载模块 1404 具体用于：

生成所述第一主页面对应的第一落盘记录，所述第一落盘记录中包括所述第一主页面的内存地址、以及所述第一主页面在所述磁盘中的存储地址；

在所述磁盘对应的页面映射表中，将所述第一主页面的内存地址更新为所述第一落盘记录的内存地址。

本公开实施例提供的数据存储装置可以执行上述方法实施例所示的技术方案，其实现原理以及有益效果类似，此处不再进行赘述。

图 15 为本公开示例性实施例提供的一种数据存储装置的结构示意图二。请参见图 15，在图 14 所示实施例的基础上，所述数据存储装置 1400 还可以包括：处理模块 1405 和更新模块 1406，其中，

所述处理模块 1405 用于，根据所述第一落盘记录，在所述磁盘中对所述第一主页面进行落盘处理；

所述更新模块 1406 用于，在所述磁盘中，将所述第一主页面中、所述第一页面对应的状态更新为确认分配状态，所述确认分配状态用于指示所述第一页面已挂载至所述索引树；

所述更新模块 1406 用于，在所述页面映射表中，将所述第一页面对应的状态更新为所述确认分配状态。

在一种可能的实施方式中，所述数据存储装置 1400 还可以包括：第一确定模块 1407 和删除模块 1408，其中，

所述接收模块 1401 还用于，接收数据删除请求，所述数据删除请求用于请求删除第二键值对应的第二数据；

所述第一确定模块 1407 用于，在所述索引树中确定所述第二数据对应的第二页面；

所述删除模块 1408 用于，在所述索引树中删除所述第二页面和索引相关信息，以删除所述第二数据。

在一种可能的实施方式中，所述删除模块 1408 具体用于：

删除所述第二页面；

在所述索引树确定所述第二页面对应的第二主页面；

更新所述第二主页面的页面内容和索引相关信息。

在一种可能的实施方式中，所述删除模块 1408 具体用于：

若所述第二页面未落盘至所述磁盘，则在所述磁盘对应的内存中删除所述第二页面、以及所述第二页面对应的第二内存记录；

若所述第二页面已落盘至所述磁盘，则在所述内存和所述磁盘中分别删除所述第二页面、以及在所述内存中删除所述第二内存记录；

在所述磁盘对应的页面映射表中，删除所述第二内存记录的内存地址，并将所述第二页面对应的状态更新为待删除状态。

在一种可能的实施方式中，所述删除模块 1408 具体用于：

确定所述第二页面对应的第二索引记录，所述第二索引记录中包括所述第二键值和所述第二页面的第二页面标识；

在所述第二主页面中，将所述第二索引记录对应的状态更新为确认删除状态。

在一种可能的实施方式中，所述删除模块 1408 具体用于：

生成所述第二主页面对应的第二落盘记录，所述第二落盘记录中包括所述第二主页面在所述磁盘中的存储地址；

在所述磁盘对应的页面映射表中，将所述第二主页面的内存地址更新为所述第二落盘记录的内存地址。

在一种可能的实施方式中，所述更新模块 1406 还用于：

在所述页面映射表中，将所述第二页面对应的状态更新为确认删除状态。

在一种可能的实施方式中，所述数据存储装置 1400 还可以包括：第一生成模块 1409 和合并模块 1410，其中，

所述接收模块 1401 还用于，接收数据合并请求，所述数据合并请求用于请求合并第三页面、以及所述第三页面的至少一条更新记录；

所述第一生成模块 1409 用于，根据所述数据合并请求，生成所述第三页面对应的合并记录；

所述挂载模块 1404 还用于，并在所述第三页面上挂载所述合并记录，所述合并记录用于挂载所述第三页面的下一条更新记录；

所述合并模块 1410 用于，对所述第三页面和所述至少一条更新记录进行合并处理，得到合并页面。

在一种可能的实施方式中，所述挂载模块 1404 具体用于：

在所述至少一条更新记录中确定第二更新记录，所述第二更新记录为所述至少一条更新记录中的最后一条更新记录；

在所述合并记录中添加所述第二更新记录的内存地址；

在所述磁盘对应的页面映射表中，将所述第三页面的第三页面标识对应的映射内容更新为所述合并记录的内存地址。

在一种可能的实施方式中，

所述第一确定模块 1407 还用于，确定所述合并页面的内存地址；

所述更新模块 1406 还用于，在所述合并记录中，将所述第二更新记录的内存地址更新为所述合并页面的内存地址。

在一种可能的实施方式中，所述第一生成模块 1409 还用于：

确定所述至少一条更新记录的第一记录数量；

在所述合并记录中增加所述第一记录数量。

在一种可能的实施方式中，所述更新模块 1406 还用于：

在所述合并记录中，将所述第一记录数量更新为 0。

在一种可能的实施方式中，

所述接收模块 1401 还用于，接收所述第三页面对应的更新请求；

所述第一生成模块 1409 还用于，生成所述第三页面对应的目标更新记录；

所述更新模块 1406 还用于，在所述目标更新记录中增加合并记录的内存地址，以及在所述磁盘对应的页面映射表中，将所述合并记录的内存地址更新为所述目标更新记录的内存地址。

在一种可能的实施方式中，所述装置还包括：第二确定模块 1411，

所述第二确定模块 1411 用于，在所述磁盘中确定待进行垃圾回收的至少一个目标数据块，所述目标数据块中包括多个页面片段；

所述第二确定模块 1411 用于，在所述至少一个目标数据块中确定有效页面片段；

所述存储模块 1403 用于，将所述有效页面片段存储至缓冲区；

所述删除模块 1408 还用于，在所述磁盘中删除所述至少一个目标数据块。

在一种可能的实施方式中，所述第二确定模块 1411 具体用于：

在所述磁盘中确定第一数据块，所述第一数据块为上一次进行垃圾回收的最后一个数据块；

在所述磁盘中确定正在进行数据操作的第二数据块；

将所述磁盘中，所述第一数据块和所述第二数据块之间的数据块，确定为所述至少一个目标数据块。

在一种可能的实施方式中，所述第二确定模块 1411 具体用于：

确定所述至少一个目标数据块中、各页面片段的片段状态，所述片段状态为有效状态或者无效状态；

将所述至少一个目标数据块中、有效状态的页面片段，确定为所述有效页面片段。

在一种可能的实施方式中，针对任意一个页面片段；所述第二确定模块 1411 具体用于：

确定所述页面片段对应的第四页面，所述页面片段为对所述第四页面进行落盘后得到的；

确定所述第四页面对应的最新落盘记录，所述最新落盘记录中包括所述第四页面对应的第一存储地址，所述第一存储地址为所述第四页面在所述磁盘中当前有效的最早落盘地址；

若所述页面片段的存储地址大于或等于所述第一存储地址，则确定所述片段状态为所述有效状态；

若所述页面片段的存储地址小于所述第一存储地址，则确定所述片段状态为所述无效状态。

在一种可能的实施方式中，所述数据存储装置 1400 还可以包括：第三确定模块 1412 和第二生成模块 1413，其中，

所述第三确定模块 1412 用于，确定所述磁盘中的数据块数量；

所述存储模块 1403 还用于，在所述数据块数量大于或等于预设数量时，存储所述磁盘对应的页面映射表；

所述第三确定模块 1412 还用于，确定所述页面映射表中的最大页面标识、开始存储所述页面映射表时最新完成落盘的第三数据块、以及存储完成所述页面映射表时正在进行数据操作的第四数据块；

所述第二生成模块 1413 用于，根据所述最大页面标识、所述第三数据块和所述第四数据块，生成检查信息，并存储所述检查信息，所述检查信息包括所述最大页面标识、所述第三数据块的标识和所述第四数据块的标识。

在一种可能的实施方式中，所述数据存储装置 1400 还可以包括：获取模块 1414 和恢复模块 1415，其中，

所述获取模块 1414 用于，在确定所述磁盘故障时，获取所述页面映射表和所述检查信息；

所述恢复模块 1415 用于，根据所述页面映射表和所述检查信息，对所述磁盘进行故障恢复处理。

本公开实施例提供的数据存储装置可以执行上述方法实施例所示的技术方案，其实现原理以及有益效果类似，此处不再进行赘述。

图 16 为本公开示例性实施例提供一种电子设备的结构示意图。请参见图 16，该电子设备 1600 可以包括处理器 1601 和存储器 1602。示例性地，处理器 1601、存储器 1602，各部分之间通过总线 1603 相互连接。

所述存储器 1602 存储计算机执行指令；

所述处理器 1601 执行所述存储器 1602 存储的计算机执行指令，使得所述处理器 1601 执行如上述方法实施例所示的方法。

相应地，本公开实施例提供一种计算机可读存储介质，所述计算机可读存储介质中存储有计算机执行指令，当所述计算机执行指令被处理器执行时用于实现上述方法实施例所述的方法。

相应地，本公开实施例还可提供一种计算机程序产品，包括计算机程序，该计算机程序被处理器执行时，可实现上述方法实施例所示的方法。

本领域内的技术人员应明白，本公开的实施例可提供为方法、系统、或计算机程序产品。因此，本公开可采用完全硬件实施例、完全软件实施例、或结合软件和硬件方面的实施例的形式。而且，本公开可采用在一个或多个其中包含有计算机可用程序代码的计算机可用存储介质（包括但不限于磁盘存储器、CD-ROM、光学存储器等）上实施的计算机程序产品的形式。

本公开是参照根据本公开实施例的方法、设备（系统）、和计算机程序产品的流程图和 / 或方框图来描述的。应理解可由计算机程序指令实现流程图和 / 或方框图中的每一流程和 / 或方框、以及流程图和 / 或方框图中的流程和 / 或方框的结合。可提供这些计算机程序指令到通用计算机、专用计算机、嵌入式处理机或其他可编程数据处理设备的处理器以产生一个机器，使得通过计算机或其他可编程数据处理设备的处理器执行的指令产生用于实现在流程图一个流程或多个流程和 / 或方框图一个方框或多个方框中指定的功能的装置。

这些计算机程序指令也可存储在能引导计算机或其他可编程数据处理设备以特定方式工作的计算机可读存储器中，使得存储在该计算机可读存储器中的指令产生包括指令装置的制造品，该指令装置实现在流程图一个流程或多个流程和 / 或方框图一个方框或多个方框中指定的功能。

这些计算机程序指令也可装载到计算机或其他可编程数据处理设备上，使得在计算机或其他可编程设备上执行一系列操作步骤以产生计算机实现的处理，从而在计算机或其他可编程设备上执行的指令提供用于实现在流程图一个流程或多个流程和 / 或方框图一个方框或多个方框中指定的功能的步骤。

在一个典型的配置中，计算设备包括一个或多个处理器 (CPU)、输入/输出接口、网络接口和内存。

内存可能包括计算机可读介质中的非永久性存储器，随机存取存储器 (RAM) 和/或非易失性内存等形式，如只读存储器 (ROM) 或闪存(flash RAM)。内存是计算机可读介质的示例。

计算机可读介质包括永久性和非永久性、可移动和非可移动媒体可以由任何方法或技术来实现信息存储。信息可以是计算机可读指令、数据结构、程序的模块或其他数据。计算机的存储介质的例子包括，但不限于相变内存 (PRAM)、静态随机存取存储器 (SRAM)、动态随机存取存储器 (DRAM)、其他类型的随机存取存储器 (RAM)、只读存储器 (ROM)、电可擦除可编程只读存储器 (EEPROM)、快闪记忆体或其他内存技术、只读光盘只读存储器 (CD-ROM)、数字多功能光盘 (DVD) 或其他光学存储、磁盒式磁带，磁带磁盘存储或其他磁性存储设备或任何其他非传输介质，可用于存储可以被计算设备访问的信息。按照本文中的界定，计算机可读介质不包括暂存电脑可读媒体 (transitory media)，如调制的数据信号和载波。

还需要说明的是，术语“包括”、“包含”或者其任何其他变体意在涵盖非排他性的包含，从而使得包括一系列要素的过程、方法、商品或者设备不仅包括那些要素，而且还包括没有明确列出的其他要素，或者是还包括为这种过程、方法、商品或者设备所固有的要素。在没有更多限制的情况下，由语句“包括一个……”限定的要素，并不排除在包括所述要素的过程、方法、商品或者设备中还存在另外的相同要素。

以上所述仅为本公开的实施例而已，并不用于限制本公开。对于本领域技术人员来说，本公开可以

有各种更改和变化。凡在本公开的精神和原理之内所作的任何修改、等同替换、改进等，均应包含在本公开的权利要求范围之内。

权 利 要 求 书

1、一种数据存储方法，包括：

接收数据存储请求，所述数据存储请求用于请求在磁盘中存储第一数据；

若所述第一数据的数据大小大于或等于预设阈值，则创建所述第一数据对应的第一页面；

将所述第一数据存储至所述第一页面，并在所述磁盘对应的索引树中挂载所述第一页面。

2、根据权利要求1所述的方法，在所述磁盘对应的索引树中挂载所述第一页面，包括：

在所述索引树中确定所述第一页面对应的第一主页面；

更新所述第一页面的索引相关信息，更新所述第一主页面的页面内容，以及更新所述第一主页面的索引相关信息，以在所述索引树中挂载所述第一页面。

3、根据权利要求2所述的方法，更新所述第一页面的索引相关信息，包括：

确定所述第一页面在所述磁盘中的存储地址、以及所述第一数据对应的第一键值；

生成所述第一页面对应的第一内存记录，所述第一内存记录中包括所述第一键值、以及第一页面在所述磁盘中的存储地址；

在所述磁盘对应的页面映射表中对应存储所述第一页面的第一页面标识、以及所述第一内存记录的内存地址；

在所述页面映射表中，将所述第一页面对应的状态更新为待分配状态，所述待分配状态用于表示所述第一页面未挂载至所述索引树。

4、根据权利要求2所述的方法，更新所述第一主页面的页面内容，包括：

根据所述第一数据对应的第一键值和所述第一页面的第一页面标识，生成第一索引记录，所述第一索引记录中包括所述第一键值和所述第一页面标识；

在所述第一主页面中添加所述第一索引记录。

5、根据权利要求2-4任一项所述的方法，更新所述第一主页面的索引相关信息，包括：

生成所述第一主页面对应的第一落盘记录，所述第一落盘记录中包括所述第一主页面的内存地址、以及所述第一主页面在所述磁盘中的存储地址；

在所述磁盘对应的页面映射表中，将所述第一主页面的内存地址更新为所述第一落盘记录的内存地址。

6、根据权利要求5所述的方法，所述方法还包括：

根据所述第一落盘记录，在所述磁盘中对所述第一主页面进行落盘处理；

在所述磁盘中，将所述第一主页面中、所述第一页面对应的状态更新为确认分配状态，所述确认分配状态用于指示所述第一页面已挂载至所述索引树；

在所述页面映射表中，将所述第一页面对应的状态更新为所述确认分配状态。

7、根据权利要求1-6任一项所述的方法，所述方法还包括：

接收数据删除请求，所述数据删除请求用于请求删除第二键值对应的第二数据；

在所述索引树中确定所述第二数据对应的第二页面；

在所述索引树中删除所述第二页面和索引相关信息，以删除所述第二数据。

8、根据权利要求7所述的方法，在所述索引树中删除所述第二页面和索引相关信息，包括：

删除所述第二页面；

在所述索引树确定所述第二页面对应的第二主页面；

更新所述第二主页面的页面内容和索引相关信息。

9、根据权利要求8所述的方法，删除所述第二页面，包括：

若所述第二页面未落盘至所述磁盘，则在所述磁盘对应的内存中删除所述第二页面、以及所述第二页面对应的第二内存记录；

若所述第二页面已落盘至所述磁盘，则在所述内存和所述磁盘中分别删除所述第二页面、以及在所述内存中删除所述第二内存记录；

在所述磁盘对应的页面映射表中，删除所述第二内存记录的内存地址，并将所述第二页面对应的状态更新为待删除状态。

10、根据权利要求8或9所述的方法，更新所述第二主页面的页面内容，包括：

确定所述第二页面对应的第二索引记录，所述第二索引记录中包括所述第二键值和所述第二页面的

第二页面标识；

在所述第二主页面中，将所述第二索引记录对应的状态更新为确认删除状态。

11、根据权利要求 8 或 9 所述的方法，更新所述第二主页面的索引相关信息，包括：

生成所述第二主页面对应的第二落盘记录，所述第二落盘记录中包括所述第二主页面在所述磁盘中的存储地址；

在所述磁盘对应的页面映射表中，将所述第二主页面的内存地址更新为所述第二落盘记录的内存地址。

12、根据权利要求 10 所述的方法，所述方法还包括：

在所述页面映射表中，将所述第二页面对应的状态更新为确认删除状态。

13、根据权利要求 1-12 任一项所述的方法，所述方法还包括：

接收数据合并请求，所述数据合并请求用于请求合并第三页面、以及所述第三页面的至少一条更新记录；

根据所述数据合并请求，生成所述第三页面对应的合并记录，并在所述第三页面上挂载所述合并记录，所述合并记录用于挂载所述第三页面的下一条更新记录；

对所述第三页面和所述至少一条更新记录进行合并处理，得到合并页面。

14、根据权利要求 13 所述的方法，在所述第三页面上挂载所述合并记录，包括：

在所述至少一条更新记录中确定第二更新记录，所述第二更新记录为所述至少一条更新记录中的最后一条更新记录；

在所述合并记录中添加所述第二更新记录的内存地址；

在所述磁盘对应的页面映射表中，将所述第三页面的第三页面标识对应的映射内容更新为所述合并记录的内存地址。

15、根据权利要求 14 所述的方法，对所述第三页面和所述至少一条更新记录进行合并处理，得到合并页面之后，还包括：

确定所述合并页面的内存地址；

在所述合并记录中，将所述第二更新记录的内存地址更新为所述合并页面的内存地址。

16、根据权利要求 13-15 任一项所述的方法，根据所述数据合并请求，生成所述第三页面对应的合并记录之后，还包括：

确定所述至少一条更新记录的第一记录数量；

在所述合并记录中增加所述第一记录数量。

17、根据权利要求 16 所述的方法，对所述第三页面和所述至少一条更新记录进行合并处理，得到合并页面之后，还包括：

在所述合并记录中，将所述第一记录数量更新为 0。

18、根据权利要求 13-17 任一项所述的方法，所述方法还包括：

接收所述第三页面对应的更新请求；

生成所述第三页面对应的目标更新记录；

在所述目标更新记录中增加合并记录的内存地址，以及在所述磁盘对应的页面映射表中，将所述合并记录的内存地址更新为所述目标更新记录的内存地址。

19、根据权利要求 1-18 任一项所述的方法，所述方法还包括：

在所述磁盘中确定待进行垃圾回收的至少一个目标数据块，所述目标数据块中包括多个页面片段；

在所述至少一个目标数据块中确定有效页面片段，并将所述有效页面片段存储至缓冲区；

在所述磁盘中删除所述至少一个目标数据块。

20、根据权利要求 19 所述的方法，在所述磁盘中确定待进行垃圾回收的至少一个目标数据块，包括：

在所述磁盘中确定第一数据块，所述第一数据块为上一次进行垃圾回收的最后一个数据块；

在所述磁盘中确定正在进行数据操作的第二数据块；

将所述磁盘中，所述第一数据块和所述第二数据块之间的数据块，确定为所述至少一个目标数据块。

21、根据权利要求 19 或 20 所述的方法，在所述至少一个目标数据块中确定有效页面片段，包括：

确定所述至少一个目标数据块中、各页面片段的片段状态，所述片段状态为有效状态或者无效状态；

将所述至少一个目标数据块中、有效状态的页面片段，确定为所述有效页面片段。

22、根据权利要求 21 所述的方法，针对任意一个页面片段；确定所述至少一个目标数据块中、所述页面片段的片段状态，包括：

确定所述页面片段对应的第四页面，所述页面片段为对所述第四页面进行落盘后得到的；

确定所述第四页面对应的最新落盘记录，所述最新落盘记录中包括所述第四页面对应的第一存储地址，所述第一存储地址为所述第四页面在所述磁盘中当前有效的最早落盘地址；

若所述页面片段的存储地址大于或等于所述第一存储地址，则确定所述片段状态为所述有效状态；

若所述页面片段的存储地址小于所述第一存储地址，则确定所述片段状态为所述无效状态。

23、根据权利要求 1-22 任一项所述的方法，所述方法还包括：

确定所述磁盘中的数据块数量；

在所述数据块数量大于或等于预设数量时，存储所述磁盘对应的页面映射表；

确定所述页面映射表中的最大页面标识、开始存储所述页面映射表时最新完成落盘的第三数据块、以及存储完成所述页面映射表时正在进行数据操作的第四数据块；

根据所述最大页面标识、所述第三数据块和所述第四数据块，生成检查信息，并存储所述检查信息，所述检查信息包括所述最大页面标识、所述第三数据块的标识和所述第四数据块的标识。

24、根据权利要求 23 所述的方法，所述方法还包括：

在确定所述磁盘故障时，获取所述页面映射表和所述检查信息；

根据所述页面映射表和所述检查信息，对所述磁盘进行故障恢复处理。

25、一种数据存储装置，包括：接收模块、创建模块、存储模块和挂载模块，其中，

所述接收模块用于，接收数据存储请求，所述数据存储请求用于请求在磁盘中存储第一数据；

所述创建模块用于，若所述第一数据的数据大小大于或等于预设阈值，则创建所述第一数据对应的第一页面；

所述存储模块用于，将所述第一数据存储至所述第一页面；

所述挂载模块用于，在所述磁盘对应的索引树中挂载所述第一页面。

26、一种电子设备，包括：

至少一个处理器；以及

与所述至少一个处理器通信连接的存储器；

其中，所述存储器存储有可被所述至少一个处理器执行的指令，所述指令被所述至少一个处理器执行，以使所述电子设备执行权利要求 1-24 任一项所述的方法。

27、一种计算机可读存储介质，所述计算机可读存储介质中存储有计算机执行指令，当处理器执行所述计算机执行指令时，实现如权利要求 1-24 任一项所述的方法。

28、一种计算机程序产品，包括计算机程序，该计算机程序被处理器执行时实现如权利要求 1-24 任一项所述的方法。