管理指南

PUBLIC（公共）

SAP Adaptive Server Enterprise 16.0 SP03

文档版本： 1.0 – 2017-06-19

数据库加密

内容

1 加密概述

SAP ASE 验证和访问控制机制可确保只有正确识别和授权的用户能够访问数据。数据加密可进一步保护敏感数据，以防失窃或出现安全问题。

根据您的需要选择加密整个数据库或仅加密列。

> **注意**
>
> 您还可以按需加密命令、自动使用 bcp 的命令，或使用组件集成服务（CIS）的命令和过程。有关详细信息，请参见《安全性管理指南》>“加密”。

加密列和完全加密数据库这两项功能均能符合安全性和隐私要求，但由于用法的不同，二者在部署的便捷性方面有所差异。如果：

- 可以轻松确定哪个列包含敏感数据，则选择加密列。
- 必须对敏感数据列执行范围搜索或因不了解数据模型而无法确定敏感数据列（例如，在包含数千个表的应用程序包中），请选择加密数据库。此外，敏感数据的定义（如个人信息）因地点（如州或国家）而异；加密整个数据库可帮您满足这些不同的数据安全性要求。

使用 SAP ASE 加密功能可以对当前未使用的数据进行加密，而无需更改应用程序。这一原生支持具有以下功能：

- 完全加密数据库
- 列级别粒度
- 使用国家标准技术研究所（NIST）认可的对称算法：高级加密标准（AES）
- 性能优化
- 强制职责分离
- 完全集成并可自动执行主要管理功能
- 应用程序透明度：不需要更改应用程序
- 保护数据隐私，以防系统管理员访问私有数据

数据加密和解密以自动、透明的方式进行。如果您对某个表具有插入或更新权限，则会自动加密插入或修改的任何数据，然后存储这些数据。日常任务不会被中断。

除了 select 权限外，选择解密数据还需要 decrypt 权限。可以向特定数据库用户、组或角色授予 decrypt 权限。SAP 通过提供对敏感数据的细化访问功能，使您能够更好地进行控制。SAP 还为具有 decrypt 权限的用户自动解密选定的数据。

加密密钥以加密形式存储在数据库中。您可以使用从以下项派生的密钥加密密钥（KEK）对加密密钥进行加密：

- 用户提供的系统级口令
- 从用户提供的口令（可以是用户的登录口令）派生的 KEK
- 单独创建的数据库级 KEK（主密钥或双主密钥）

您选择的口令将反映您保护数据隐私的能力（即使管理员也无法访问数据）。您可以选择使用双控制模式来保护您的列加密密钥，以提高安全性。

数据加密后，以称为“密文”的编码形式存储。密文会使加密列的长度从几字节到额外增加 32 字节。未加密的数据作为明文进行存储。

列加密和数据库加密使用对称加密算法，这意味着使用相同的密钥进行加密和解密。SAP ASE 可跟踪用于加密数据的密钥。

通常，需要完成以下步骤才能使用数据加密：

1. 安装许可证选项 ASE_ENCRYPTION。请参见《*SAP ASE* 安装指南》。
2. 系统安全员（SSO）在 SAP ASE 中启用加密功能：

   ```
   sp_configure 'enable encrypted columns', 1
   ```
3. 根据您选择保护加密密钥的方法，创建数据库级主密钥或设置系统加密口令。
4. 创建一个或多个命名加密密钥。请考虑使用口令来保护数据，以使数据甚至无法被数据库管理员访问。
5. 指定要加密的数据。
6. 向必须查看该数据的用户授予 `decrypt` 权限。您可能会选择指定称为“解密缺省值”的缺省纯文本值。SAP ASE 向没有解密权限的用户返回此缺省值，而不是受保护的数据。

执行这些步骤后，就可以立即针对现有数据库、表和列运行现有应用程序，但现在数据已受到严格保护，以防失窃和误用。SAP ASE 实用程序和其它 SAP 产品可以采用加密形式处理数据，在整个企业内保护您的数据。例如，您可以：

- 使用 SAP Adaptive Server Enterprise Cockpit（SAP ASE cockpit）通过图形界面管理加密数据。请参见“*SAP Adaptive Server Enterprise Cockpit*”文档。
- 使用批量复制实用程序（`bcp`）安全地将加密数据拷入或拷出服务器。请参见《实用程序指南》。
- 使用 SAP ASE 迁移工具 `sybmigrate` 安全地将数据从一台服务器迁移到另一台服务器。请参见《*SAP ASE* 系统管理指南》。
- 使用 SAP Replication Server 跨服务器和平台安全地分发加密密钥和数据。有关在复制时进行加密的信息，请参见《*Replication Server* 管理指南》。

有关详细信息，请参见《安全性管理指南》>“加密”。

1.1 完全数据库加密

在 16.0 版中，您可以完全加密整个数据库，为整个数据库提供保护。

对数据库进行完全加密时，数据库的所有数据、索引以及事务日志都将加密。该加密是透明的，因此用户可照常对表和索引等执行操作，不会发现有任何差异。

1.2 列加密

与在中间层或客户端应用程序中使用加密相比，在 SAP ASE 中加密列更为简便。使用 SQL 语句来创建加密密钥并指定要加密的列，现有应用程序将继续运行而不会发生变化。

当对加密列中的数据执行 `insert` 或 `update` 操作时，SAP ASE 会在写入行之前立即对数据进行透明加密。使用 `select` 从加密列中选择数据时，SAP ASE 在从行中读取数据后将其解密。对于所有平台，将按以下形式加密整数和浮点数据：

- 用于整数数据的最高有效位格式
- 对于浮点数据，使用电气与电子工程师协会 (IEEE) 浮点标准和 MSB 格式

可以在一个平台上加密数据，然后在其它平台上对该数据进行解密，但前提是两个平台使用相同的字符集。

2 使用加密密钥保护数据

SAP ASE 使用两种加密密钥并且在未被使用的时候保持密钥的加密。

加密密钥的类型：

- 数据库加密密钥 (DEK) – DEK 创建于主数据库内并用于加密数据库。
- 列加密密钥 (CEK) – 用户必须首先对列加密密钥具有访问权限，然后才能访问加密数据；但必须先将其加密，然后才能将其存储在磁盘上或内存中。SAP ASE 使用密钥加密密钥 (KEK) 加密 CEK 并将其加密后的形式存储在 `sysencryptkeys` 中。KEK 还可以解密 CEK，从而使您可以访问解密数据。

密钥管理包括创建、删除和修改列加密密钥，分发口令，创建密钥副本，以及在丢失口令时提供密钥恢复。

2.1 创建数据库加密密钥

数据库加密密钥是 Master 数据库中创建的用于加密数据库的 256 位对称密钥。

先决条件

在创建数据库加密密钥 (DEK) 前，必须执行以下操作：

- 验证您是否具备有效的 SAP ASE 加密功能许可证 (ASE_ENCRYPTION)
- 设置 `enable encrypted columns` 配置参数
- 在 `master` 数据库中创建主密钥和双主密钥（可选）；这些密钥可保护数据库加密密钥。
- 确保已具备相应的权限：
  - 如果细分权限处于启用状态，则需具备名为 `manage database encryption key` 的系统权限才能创建密钥。
  - 如果细分权限处于禁用状态，则必须具备 sso_role、keycustodian_role 或 `create encryption key` 权限。

过程

在 `master` 数据库中使用 `create encryption key` 命令创建数据库加密密钥。语法是：

```
create encryption key <keyname>
    [for <algorithm>]
    for database encryption
    [with
        {[master key]
        [key_length 256]
```

```
        [init_vector random]
        [[no] dual_control]}
```

其中：

- <keyname> – 在 master 数据库的用户表、视图和过程命名空间中必须唯一。
- for <algorithm> – 指定算法。当前仅支持高级加密标准 (AES) 一种算法。
- for database encryption – 显式指定您正在创建加密整个数据库而非加密列的加密密钥。
- master key – 对于完全数据库加密是必需的。如果主密钥尚未存在，SAP ASE 将返回错误。
- key_length 256 – 是要创建的密钥的大小（以位为单位）。数据库加密密钥的唯一有效长度是 256 位；如果使用其它大小，SAP ASE 将返回错误消息。
- init_vector random – 对于完全数据库加密是必需的。如果像创建列加密密钥一样也指定 init_vector null，SAP ASE 将返回错误。
- [no] dual control – 指示是否必须使用双重控制加密数据库加密密钥。缺省情况下不配置双重控制。

示例

本示例创建由主密钥保护的数据库加密密钥：

```
  sp_configure 'enable encrypted columns', 1
  create encryption key master with passwd "testpassword"
  set encryption passwd 'testpassword' for key master
create encryption key dbkey for database encryption
```

2.1.1 删除数据库加密密钥

要删除数据库加密密钥，请使用 drop encryption key 命令。此命令删除 master 数据库中 sysencryptkeys 表的数据库加密密钥。

背景信息

语法是：

```
drop encryption key <key_name>
```

注意

如果要删除的数据库加密密钥仍用于加密某个数据库，该命令将失败。

2.1.2 更改数据库加密密钥

要更改保护数据库加密密钥的方式及其所有者，请使用 `alter encryption key` 命令。

背景信息

无法为数据库重新生成数据库加密密钥。

- 要更改数据库加密密钥：
  1. 解密由数据库加密密钥保护的数据库。
  2. 删除并重新创建数据库加密密钥。

  > **注意**
  >
  > 无法将列加密密钥转换为数据库加密密钥。如果使用 `for database encryption` 选项将不同的加密密钥类型更改为数据库加密密钥，则 SAP ASE 将显示错误消息。

- 如果只是要更改保护数据库加密密钥的方式，而不同时更改数据库加密密钥，则使用以下语法：

```
alter encryption key <key_name>
for database encryption
modify encryption with {[master key]
    [[no] dual_control}
```

- 要更改数据库加密密钥的所有者：

```
alter encryption key [[<database>.][<owner>].]<dek_name>
    modify owner <user_name>
```

  运行此选项的权限与 `alter encryption key` 的权限相同。

2.2 创建列加密密钥

在表所有者可以在新表或现有表中标记要加密的列之前，必须存在列加密密钥。

初次设置密钥时，请考虑：

- 密钥所有者或管理者的指派 – 必须由系统安全员 (SSO) 授予 `create encryption key` 权限才能创建密钥。缺省情况下，`sso_role` 和 `keycustodian_role` 具有 `create encryption key` 权限。
- 密钥是否应在单独的密钥数据库中创建 – SAP 建议您对密钥使用单独的数据库，尤其是在使用系统加密口令对密钥进行了加密的情况下。
- 所需密钥数目 – 可以为每个加密列创建单独的密钥，也可以使用同一密钥跨多个表来加密列。从性能角度而言，通过不同表中的等值列连接的加密列应共享同一密钥。为了安全起见，不相关的列应使用不同的密钥。

SAP ASE 中的列加密使用高级加密标准 (AES) 对称密钥加密算法，可用密钥大小为 128、192 和 256 位。随机密钥生成和加密功能是由符合 FIPS 140-2 标准的模块提供的。

为对密钥值提供安全保护，SAP ASE 使用从系统加密口令或用户指定口令派生的 256 位密钥加密密钥 (KEK)（可能是主密钥或内部密钥）。

SAP ASE 对新的密钥（列加密密钥）进行加密并将结果存储在 `sysencryptkeys` 中。

缺省情况下，SAP ASE 创建 256 位密钥加密密钥。为了与 15.7 之前的版本兼容，它使用 128 位密钥（如果 KEK 派生自系统加密口令）。

语法是：

```
create encryption key <[[database.][owner].]keyname>
  [as default] [<for algorithm>]
     [with
      {[key_length <num_bits>]
      [{passwd '<passwd_phrase>' | passwd <system_encr_passwd> |
            master key}]
        [init_vector {null | random}]
        [pad {null | random}]
        [[no] dual_control]
  }]
```

其中：

- `<keyname>` – 在当前数据库的用户表、视图和过程名称空间中必须是唯一的。如果该密钥位于另一数据库中，请指定数据库名；如果数据库中有多个具有该名称的密钥，请指定所有者的名称。owner 的缺省值是当前用户，而 database 的缺省值是当前数据库。只有系统安全员才能为其他用户创建密钥。

  > **注意**
  >
  > 不能创建以“#”开头的临时密钥名称。

- `as default` – 允许系统安全员或密钥管理者创建用于加密的数据库缺省密钥。它使表创建者无需在 `create table`、`alter table` 和 `select into` 中使用 keyname 便可指定加密。SAP ASE 使用同一数据库中的缺省密钥。可以更改缺省密钥。
- `<for algorithm>` – 高级加密标准 (AES) 是唯一受支持的算法。AES 支持的密钥大小为 128、192 和 256 位，支持的块大小为 16 个字节。在加密单元中，块大小即为字节数。大型数据将拆分以进行加密。
- `keylength<num_bits>` – 要创建的密钥的大小（以位为单位）。对于 AES，有效的密钥长度为 128、192 和 256 位。`keylength` 缺省值为 128 位。
- `passwd<password_phrase>` – 指示 `ASE` 使用用户口令 `<password_phrase>`（可以是带引号的字母数字字符串，其长度最多为 255 个字节）保护 CEK。
- `passwd<system_encr_passwd>` – 指示 `ASE` 使用系统加密口令保护 CEK。
- `master key` – 指示 `ASE` 使用主密钥保护 CEK。缺省情况下，SAP ASE 使用主密钥（如果存在）保护列加密密钥。
- `init_vector`
  - `random` - 指定在加密过程中使用初始化矢量。如果加密算法使用初始化矢量，则两个相同的明文部分的密文是不同的，这可防止检测数据模式。通过使用初始化矢量，可以提高数据的安全性。
    使用初始化矢量意味着使用密码块链 (CBC) 加密模式，在此模式下，每个数据块在加密前与上一个块合并在一起，而第一个块与初始化矢量合并在一起。
    但是，初始化矢量会对性能造成一定的影响。对于加密密钥没有指定初始化矢量的列，您可以仅为其创建索引并优化连接和搜索。
  - `null` – 在加密时不使用初始化矢量。这样可使列支持索引。
    缺省设置为使用初始化矢量（即 `init_vector random`）。

设置 `init_vector null` 意味着使用电码本 (ECB) 模式（在此模式下，将单独加密每个数据块）。
要使用初始化矢量加密一个列，而不使用初始化矢量加密另一个列，请创建两个不同的密钥：一个密钥指定使用初始化矢量；另一个密钥指定不使用初始化矢量。

- `pad`
  - `null` – 缺省值，它将忽略数据随机填充。
    如果列必须支持索引，则不能使用填充。
  - `random` – 在加密前，自动使用随机字节来填充数据。通过使用填充代替初始化矢量，可以使密文随机化。填充仅适用于明文长度小于块长度一半的列。对于 AES 算法，块长度为 16 个字节。
- `dual control` – 指示是否必须使用双控制加密新密钥。缺省情况下不配置双控制。

示例

以下示例在创建列加密密钥时使用各种加密属性，并且许多示例假定您已创建主密钥或已设置系统加密口令。

- 示例 1 – 将名为“safe_key”的 256 位密钥指定为数据库缺省密钥。由于该密钥不指定口令，因此，SAP ASE 使用数据库级主密钥作为 safe_key 的 KEK。如果没有主密钥，SAP ASE 会使用系统加密口令：

  ```
  create encryption key safe_key as default for AES
      with keylength 256
  ```

  只有系统安全员或具有 `keycustodian_role` 的用户才能创建缺省密钥。
- 示例 2 – 创建一个名为“salary_key”的 128 位密钥，以使用随机填充来加密列：

  ```
  create encryption key salary_key for AES with
       init_vector null pad random
  ```

- 示例 3 – 创建一个名为“mykey”的 192 位密钥，以使用初始化矢量来加密列：

  ```
  create encryption key mykey for AES
       with keylength 192 init_vector random
  ```

- 示例 4 – 创建一个受用户指定口令保护的密钥：

  ```
  create encryption key key1
       with passwd 'Worlds1Biggest6Secret'
  ```

  如果密钥受用户指定的口令保护，则必须先输入该口令，然后才能访问已使用该密钥加密的列。
- 示例 5 – 创建一个受双控制保护的密钥：

  ```
  create encryption key dualprotectedkey
  with passwd "Pass4Tomorrow"
  dual_control
  ```

  密钥“dualprotectedkey”受主密钥和用户口令（在双控制中）保护。若要访问该密钥，必须同时输入该密钥的用户口令和主密钥的口令。

权限

sso_role 和 keycustodian_role 隐式具有创建加密密钥的权限。系统安全员或密钥管理者使用以下语法将 create encryption key 权限授予其他用户：

```
grant create encryption key
  to <user_name> | <role_name> | <group_name>
```

例如：

```
grant create encryption key to key_admin_role
```

若要撤消密钥创建权限，请使用：

```
revoke create encryption key
  {to | from} <user_name> | <role_name> | <group_name>
```

> **注意**
>
> grant all 不会将 create encryption key 权限授予用户。该权限必须由系统安全员显式授予。

相关信息

第 72 页上的“密钥管理者角色”
第 66 页上的“性能注意事项”
第 21 页上的“数据库级主密钥和双主密钥”
第 15 页上的“密钥保护”
第 13 页上的“删除列加密密钥”

2.2.1 删除列加密密钥

列加密密钥所有者可以删除自己的密钥。系统安全员可以删除任何密钥。

先决条件

仅当任何数据库中没有使用某个密钥的加密列时，才能删除该密钥。

背景信息

要删除加密密钥，请使用：

```
drop encryption key [[<database>.][<owner>].]<keyname>
```

例如，以下语句将删除名为 cc_key 的加密密钥：

```
drop encryption key cust.dbo.cc_key
```

执行 drop encryption key，时，SAP ASE 不会检查处于可疑、已存档、脱机、未恢复状态或当前处于装载状态的数据库是否存在加密列。在其中的任何情况下，该命令都会发出一条警告消息，指出不可用数据库的名称，但该命令不会失败。在数据库联机后，任何包含使用删除的密钥加密的列的表将无法使用。若要恢复密钥，系统管理员必须装载包含已删除密钥的数据库的转储（该转储是在删除此密钥之前生成的）。

系统安全员可以使用 sp_encryption 来标识所有使用给定密钥加密的列。

相关信息

第 10 页上的“创建列加密密钥”
第 72 页上的“密钥管理者角色”
第 66 页上的“性能注意事项”
第 21 页上的“数据库级主密钥和双主密钥”
第 15 页上的“密钥保护”

2.2.2 更改列加密密钥

定期更改用于对列和数据库进行加密的密钥。

使用 create encryption key 创建一个新密钥，然后通过 alter table...modify 来用新密钥对列加密。

以下示例假定“creditcard”列已经过加密。alter table 命令使用 cc_key_new 对每行中客户的信用卡值进行解密和重新加密。

```
create encryption key cc_key_new for AES
alter table customer modify creditcard encrypt with
     cc_key_new
```

2.3 密钥保护

密钥管理员必须决定存储密钥的位置、应该续订密钥的时间，以及哪些所有者可以使用给定密钥加密数据。

相关信息

第 10 页上的“创建列加密密钥”
第 13 页上的“删除列加密密钥”

2.3.1 授予对密钥的访问权

在其他用户可以在 `create table`、`alter table` 和 `select into` 语句中指定密钥之前，密钥所有者或具有 `sso_role` 的用户必须授予对密钥的 `select` 权限。

密钥所有者可以是系统安全员或密钥管理者，对于非缺省密钥，密钥所有者也可以是具有 `create encryption key` 权限的任何用户。密钥所有者应该根据需要来授予密钥的 `select` 权限。

此示例中，具有 `db_admin_role` 的用户可以在 `create table`、`alter table` 和 `select into` 语句中指定加密时使用名为“safe_key”的加密密钥：

```
grant select on safe_key to db_admin_role
```

> **注意**
>
> 通过 `insert`、`update`、`delete` 和 `select` 处理加密列的用户不需要加密密钥的 `select` 权限

2.3.2 将密钥与数据分开

在指定要加密的数据时，可以使用同一数据库或其它数据库中的命名密钥。使用不同数据库中的密钥进行加密具有安全优势，这是因为一旦数据库转储失窃，这可防止同时访问密钥和加密数据。

管理员也可以使用不同的口令来保护每个数据库转储，从而使未经授权的访问变得更加困难。

使用不同数据库中的密钥进行加密时需要特别小心，以避免在分布式系统中出现数据和密钥完整性问题。应仔细协调数据库转储和装载。SAP 建议，如果使用不同数据库中的命名密钥，则：

- 在转储包含加密列的数据库时，也应转储在其中创建密钥的数据库。如果新密钥是在上次转储后添加的，则必须执行此操作。
- 在转储包含加密密钥的数据库时，应转储所有包含使用该密钥加密的列的数据库。这使加密数据与可用密钥保持同步。

如果不指定命名密钥，将自动使用同一数据库中的缺省密钥对数据进行加密。系统安全员或密钥管理者可以使用 sp_encryption 来标识使用给定密钥加密的列。

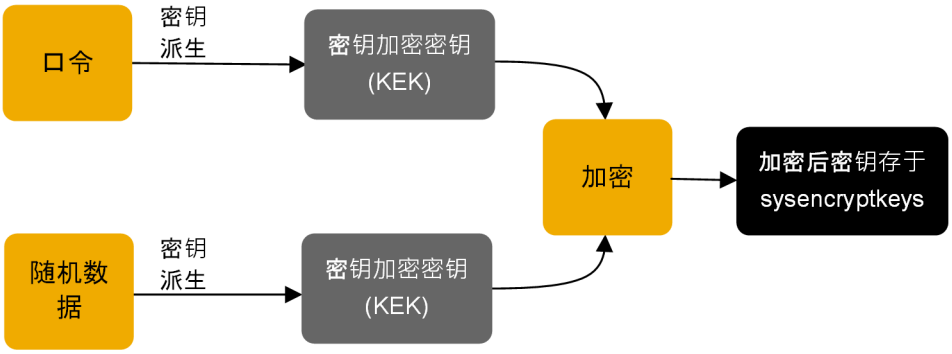
3 密钥加密

在用户和数据之间存在两个密钥：数据库加密密钥（DEK）或列加密密钥（CEK）以及密钥加密密钥（KEK）。DEK 和 CEK 可对数据进行加密，用户必须对其具有访问权限才能访问加密数据。

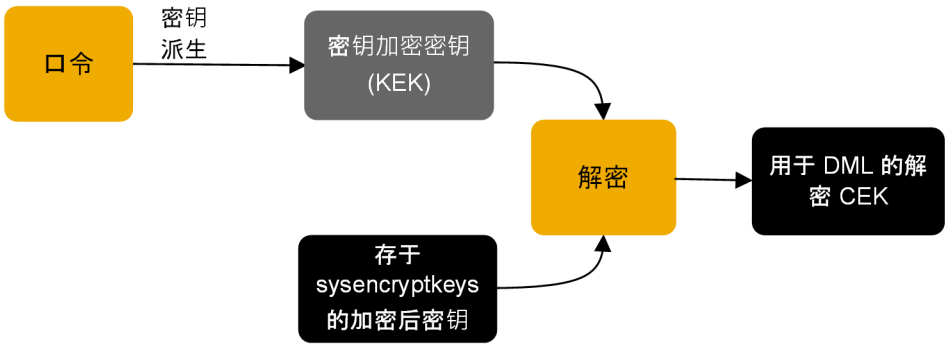
不能以未加密的形式将其存储在磁盘上。相反，当您创建或更改加密密钥时，SAP ASE 会使用 1 个 KEK 或 2 个 KEK（在双控制中）来加密 DEK 或 CEK。此外，KEK 必须对 DEK 或 CEK 进行解密，之后您才可以访问解密数据。DEK 和 CEK 以加密形式存储在 `sysencryptkeys` 中。

KEK 是由系统安全员或密钥管理者单独创建的主密钥，它是从系统加密口令、用户指定的口令或登录口令内部派生的密钥，具体取决于您如何使用 `create` 和 `alter encryption key` 语句指定密钥的加密。系统加密口令和主密钥均以加密形式存储。

下图描述如何创建并储存 `create encryption key` 语句的列加密密钥。KEK 会从口令派生，KEK 和原始 CEK 将提供给加密函数以生成加密 CEK。



下图说明如何在 DML 操作期间使用 KEK 来解密 CEK。然后，原始 CEK 会用于加密或解密数据。



3.1 使用主密钥保护加密密钥

主密钥是具有 sso_role 或 keycustodian_role 的用户创建的数据库级密钥，可用作用户创建的加密密钥的 KEK。创建主密钥后，它将替代系统加密口令作为用户创建的密钥的缺省 KEK。

虽然 SAP ASE 支持系统加密口令以便与 15.7 之前的版本兼容，但 SAP 建议您使用主密钥。

您可以将主密钥与双主密钥一起使用，以便为用户创建的所有密钥创建可提供双控制和分离知识的组合密钥。您还可以通过使用包含 DEK 或 CEK 显式口令的主密钥创建组合密钥。

由于以下原因，使用主密钥可简化对加密数据的管理：

- 管理密钥口令只限于设置主密钥的口令。
- 您无需在 create 和 alter encryption key 语句中指定口令。
- 允许从丢失的列加密密钥口令分发和恢复口令。
- 对加密数据的访问控制是通过数据的解密权限强制实施的。
- 不需要对应用程序进行任何更改。

创建主密钥的语法为：

```
create encryption key master
  [for AES] with passwd <char_literal>
```

请参见《参考手册：命令》。

相关信息

第 56 页上的“解密权限限制”

3.2 使用系统加密口令保护加密密钥

系统加密口令是特定于数据库的口令，并且是 DEK 或 CEK 的辅助缺省加密方法。

SAP ASE 使用系统加密口令加密在指定数据库中创建的密钥，而无需显式口令子句。在系统安全员或密钥管理者设置了系统加密口令之后，您无需指定该口令便可处理加密列。SAP ASE 在需要对列加密密钥进行加密或解密时会在内部访问系统加密口令。

系统安全员或密钥管理者使用 sp_encryption 设置系统加密口令。系统口令针对的是使用 sp_encryption 的数据库。

```
sp_encryption system_encr_passwd, <password>
```

<password> 的长度最多可以为 255 个字节。

仅在创建加密密钥的数据库中设置系统加密口令。

系统加密口令可保护您的加密密钥。请选择较长且复杂的系统加密口令。较长的口令也较难通过穷举法猜到或破译。请在系统加密口令中包含大小写字母、数字和特殊字符。SAP 建议，系统加密口令的长度应至少为 16 个字节。

SAP ASE 会强制系统加密口令符合 `minimum password length` 和 `check password for digit` 配置参数的要求。

通过使用 `sp_encryption` 并提供旧口令可更改系统口令：

```
sp_encryption system_encr_passwd, <password> [ , <old_password>]
```

需定期更改系统加密口令，尤其是在了解系统加密口令的管理员离开公司的情况下。更改系统口令后，SAP ASE 会自动使用新口令对数据库中的所有密钥重新加密。加密数据在系统口令发生更改时不受影响，换句话说，它不会被解密和重新加密。

通过提供“null”作为 `<password>` 的参数并提供 `<old_password>` 的值，可取消设置系统加密口令。仅当删除了该数据库中已使用系统加密口令加密的所有加密密钥后，才能取消设置系统口令。

其加密值存储在该数据库的 `sysattributes` 系统表中。此外，加密数据库功能引入了新的 `systtributes` 类 43，用于指示完全数据库加密。对于正在进行加密的数据库，每次进行存储分配时，SAP ASE 都会向 `sysattributes` 中插入一行，行值如下：

列名	值
class	43
object	`<dbid>`（数据库 ID）
object_info1	起始逻辑页 ID
object_info2	结束逻辑页 ID
int_value	一次存储分配中最后加密的逻辑页 ID

SAP ASE 完成数据库加密后，会将该行删除。

3.3 使用用户指定口令保护密钥

当您使用 `create encryption key` 或 `alter encryption key` 对密钥指定口令时，可以将系统管理员或数据库所有者的权限限制为只能访问私有数据。

如果密钥具有显式口令，则用户必须具有以下两项才能解密数据：

- 对数据的 `decrypt` 权限
- 加密密钥的口令

用户还必须知道口令，才能运行对数据进行加密的 DML 命令。

相关信息

第 74 页上的“使用用户指定的口令保护密钥”

3.4 使用双控制保护加密密钥

您可以使用 `create encryption key` 命令通过双控制来保护加密密钥。

如果您指定 `create encryption key with dual_control`，但不指定用户口令，则加密密钥受主密钥和双主密钥保护。

如果您指定 `with dual_control` 并包括特定于用户的口令，则加密密钥受主密钥和用户口令保护。

- 示例 1 – 同时使用主密钥和双主密钥保护 CEK“Reallysecret”并失败，除非这两个密钥均位于数据库中：

```
create encryption key Reallysecret
     with init_vector random dual_control
```

- 示例 2 – 同时使用主密钥和用户口令“Whybother”加密 CEK“k3”：

```
create encryption key k3
     with passwd 'Whybother'
     dual_control
```

相关信息

第 75 页上的“更改密钥的保护方法”

4 数据库级主密钥和双主密钥

SAP ASE 允许用户创建称为主密钥和双主密钥的数据库级别的加密密钥。这两个密钥均用作密钥加密密钥，并用于保护其它密钥，例如列和数据库加密密钥和服务密钥。

主密钥和双主密钥必须具有不同的所有者。您可以使用 `isql` 或通过只有通过 SAP ASE 才能访问的服务器专用文件为主密钥提供口令。这些密钥的口令不存储在数据库中。

相关信息

第 10 页上的“创建列加密密钥”
第 13 页上的“删除列加密密钥”

4.1 创建主密钥和双主密钥

创建主密钥后，这些密钥即会成为加密密钥的缺省保护方法。只有列和数据库加密密钥的双控制才需要双主密钥。

先决条件

只有具有 `sso_role` 或 `keycustodian_role` 的用户才能创建主密钥和双主密钥。每个数据库只能有一个主密钥和一个双主密钥。

背景信息

若要创建主密钥和双主密钥，请使用以下命令：

```
create encryption key [dual] master
    [for AES] with passwd <char_literal>
```

其中：

- `master` 和 `dual` master 是指用于在定义其它密钥的数据库中加密这些密钥的数据库级密钥。这些密钥不用于加密数据。主密钥在内部指定为 `sysobjects` 中的 `sybencrmasterkey`，而双主密钥指定为 `sysobjects` 中的 `sybencrdualmasterkey`。
- `with passwd` 必须后跟一个遵循 `sp_passwordpolicy` 的字符串口令。

请参见《参考手册：命令》。

- 示例 1 – 在数据库 tdb1 中创建主密钥：

```
use database tdb1
create encryption key master with passwd
'unforgetablethatswhatyouare'
```

- 示例 2 – 在数据库 tdb1 中创建双主密钥：

```
use database tb1
create encryption key dual master with passwd 'dualunforgettable'
```

- 示例 3 – 因无法将主密钥用作列加密密钥而生成错误：

```
create table t2 (c1 int encrypt with master)
```

若要更改主密钥或双主密钥的口令，请使用以下命令：

```
alter encryption key [dual] master
    with passwd <char_literal>
    modify encryption
  with passwd <char_literal>
```

4.1.1 创建主密钥副本

具有 sso_role 或 keycustodian_role 的用户或主密钥所有者可以为主密钥创建副本。

背景信息

您需要执行以下操作：

- 提供对主密钥或双主密钥的访问权，以便以无人值守的方式启动 SAP ASE。这种密钥副本称为 automatic_startup 副本。
- 支持在其口令丢失时恢复主密钥。这种密钥副本称为恢复副本。
- 允许基本密钥所有者以外的用户为主密钥或双主密钥设置加密口令。这种密钥副本称为常规副本。

若要在数据库中添加主密钥副本，请使用以下命令：

```
alter encryption key [dual] master
  with passwd <char_string>
     add encryption
  {with passwd <char_string>
  for user <user_name>
  [ for recovery ] | [ for automatic_startup ] }
```

其中：

- <char_string> – （第一个引用）指定当前加密主密钥或双主密钥的基本副本的口令。
- <char_string> – （第二个引用）指定常规副本或恢复副本的新口令。不能将其用于 automatic_startup 副本。
- for user – 表示必须向其分配常规副本或恢复副本的用户。不要使用此参数为 automatic_startup 副本输入口令。

- `for recovery` – 指示是否在口令丢失的情况下使用密钥副本恢复主密钥。
- `for automatic_startup` – 表示将在重新启动服务器后且启用 automatic master key access 的情况下使用密钥副本访问主密钥或双主密钥。
- 示例 1 – 主密钥所有者为 Mary 创建密钥副本：

```
alter encryption key master
     with passwd 'unforgettablethatswhatur'
     add encryption
     with passwd 'just4now'
     for user mary
```

- 示例 2 – 双主密钥所有者 Smith 使用以下命令为 `automatic_startup` 创建密钥副本：

```
alter encryption key dual master
     with passwd 'Never4Getable'
     add encryption
     for automatic_startup
```

相关信息

第 84 页上的“从丢失的口令中恢复密钥”

4.2 为主密钥和双主密钥设置口令

基本密钥所有者（即，拥有常规密钥副本的用户）可以为主密钥或双主密钥设置口令。必须先设置口令，然后才能使用主密钥。

背景信息

若要为主密钥设置口令，可以使用以下任一方法：

- `set encryption passwd` 命令
- 使用无人值守启动功能
- （仅主密钥）`dataserver` 命令

`set encryption` 命令为：

```
set encryption passwd <char_literal>
  for key [dual] master
```

其中：

- `<char_literal>` – 如果用户是密钥所有者，则为当前加密主密钥或双主密钥的基本副本的口令。如果用户不是密钥所有者，则为当前加密用户的密钥副本的口令。

示例 – 在数据库 tdb1 中为主密钥设置口令“MasterSecret”：

```
   use tdb1
set encryption passwd 'MasterSecret' for key master
```

SAP ASE 会在在其中定义主密钥或双主密钥的数据库的服务器内存中设置口令，还会记录设置该口令的用户的身份。设置该口令后，即可将其用于对数据库中主密钥的所有访问。

4.3 更改口令以及主密钥副本的密钥加密密钥

拥有主密钥副本的用户可以更改其密钥副本的口令。

背景信息

要改变密钥副本的口令：

```
alter encryption key [dual] master
  with passwd <char_string>
     modify encryption
  {with passwd <char_string> [for recovery]
      | for automatic_startup}
```

其中：

- <char_string> –（第一个引用）如果用户是密钥所有者，则为当前加密主密钥或双主密钥的基本副本的口令。如果用户不是密钥所有者，则为当前加密用户的密钥副本的口令。
- <char_string> –（第二个引用）指定常规副本或恢复副本的新口令。不要使用此参数为 automatic_startup 副本输入口令。
- for automatic_startup – 生成一个新 KEK 并用其创建新的 automatic_startup 密钥副本。

如果未指定 for recovery 或 for automatic startup，且命令由密钥所有者发出，则 SAP ASE 会更改基本密钥副本的口令。如果命令不是由密钥所有者发出的，则 SAP ASE 仅在当前用户具有 sso_role 或 keycustodian_role 时，才会更改基本密钥副本的口令。

- 示例 1 – 主密钥所有者“Jones”使用以下命令为“Mary”创建密钥副本：

  ```
  alter encryption key master
       with passwd 'unforgettablethatswhatyouare'
       add encryption
       with passwd 'just4now'
       for user Mary
  ```

- 示例 2 –“Mary”使用以下命令更改她的副本的口令：

  ```
  alter encryption key master
       with passwd 'just4now'
       modify encryption
       with passwd 'maryspasswd'
  ```

- 示例 3 – 主密钥所有者“John”使用以下命令更改基本密钥的口令：

```
alter encryption key master
     with passwd 'unforgettablethatswhatyouare'
     modify encryption
     with passwd 'notunforgettable'
```

具有 sso_role 或 keycustodian_role 的用户可以修改 automatic_startup 密钥副本，以更改其密钥加密密钥。例如，了解主密钥口令的用户可以使用以下命令更改 automatic_startup 密钥副本的密钥加密密钥：

```
alter encryption key master
     with passwd 'unforgettablethatswhatyouare'
   modify encryption for automatic_startup
```

SAP ASE：

- 使用口令检索基本主密钥。
- 创建新的主密钥加密密钥，并使用此新密钥替换主密钥启动文件中的旧密钥。
- 通过使用新主密钥加密密钥对主密钥进行加密，创建一个新的 automatic_startup 密钥副本，并使用此新副本替换 sysencryptkeys 中的旧 automatic_startup 密钥副本。

4.4 重新生成主密钥

可定期更改主密钥和双主密钥。但是，每次更改主密钥和双主密钥时，还必须使用新的主密钥和双主密钥对所有列加密密钥进行加密。

为自动完成此过程，SAP ASE 会使用 regenerate key 选项（该选项可使用新值替换主密钥或双主密钥的值），并重新加密当前通过要重新生成的主密钥或双主密钥进行加密的所有列加密密钥：

```
alter encryption key [dual] master
  with passwd <char_string>
     regenerate key
  [with passwd <char_string>]
```

当执行 regenerate key 时，SAP ASE：

- 验证提供的口令是否对基本主密钥或双主密钥进行解密。
- 创建新的主密钥或双主密钥。
- 对由主密钥或双主密钥完全或部分加密的所有列和数据库加密密钥进行解密。SAP ASE 会使用新的主密钥或双主密钥对其进行重新加密。
- 使用由第二口令加密的新密钥替换基本主密钥或双主密钥。如果未提供第二口令，SAP ASE 将使用当前配置的口令对新密钥进行加密。
- 删除常规密钥副本。主密钥所有者必须使用 alter encryption key 为指定用户重新创建常规密钥副本。
- 删除密钥恢复副本。主密钥所有者必须使用 alter encryption key 添加新的恢复密钥副本，并向恢复密钥所有者告知新口令。
- 使用新密钥副本（通过使用随机生成的新主密钥加密密钥对新主密钥进行加密而创建）替换 automatic_startup 副本。SAP ASE 会将新的主密钥加密密钥写入主密钥启动文件。

4.5 删除主密钥与密钥副本

具有 sso_role 或 keycustodian_role 的用户可以删除主密钥或双主密钥，前提条件是没有当前使用该主密钥或双主密钥进行加密的任何其它列或数据库加密密钥。

背景信息

若要删除主密钥或双主密钥，请使用以下命令：

```
drop encryption key [dual] master
```

删除主密钥或双主密钥时，SAP ASE 将：

- 删除该主密钥或双主密钥及其密钥副本。从数据库中删除所有常规密钥副本、automatic_startup 密钥副本和恢复密钥副本。
- 从主密钥启动文件中删除主密钥加密密钥（如果 automatic_startup 密钥副本存在）。

若要只删除常规密钥副本，请使用：

```
alter encryption key [dual] master
  drop encryption for user <username>
```

若要只删除恢复密钥副本，请使用：

```
alter encryption key [dual] master
  drop encryption for recovery
```

若要只删除 automatic_startup 密钥副本，请使用：

```
alter encryption key [dual] master
  drop encryption for automatic_startup
```

4.6 恢复主密钥和双主密钥

具有 sso_role 或 keycustodian_role 的用户可以恢复主密钥和双主密钥。

背景信息

若要恢复主密钥和双主密钥，请使用以下命令：

```
alter encryption key [dual] master
  with passwd <char_string>
     recover encryption
```

```
    with passwd <char_string>
```

其中，对 passwd 的第一个引用是用于恢复密钥副本的口令，而对 passwd 的第二个引用是基本密钥的新口令。

4.7 在无人值守启动模式下启动 SAP ASE

使用无人值守启动模式可以在联系不到口令所有者时允许访问主密钥。

过程

1. 启用 automatic master key access 配置参数。
2. （可选）设置主密钥启动文件的路径和名称。如果不进行设置，SAP ASE 将使用缺省文件路径和名称。
3. 为打算以无人值守方式启动的数据库的主密钥或双主密钥添加 automatic_startup 副本。

4.7.1 配置无人值守启动模式

在无人值守启动模式中，SAP ASE 可访问主密钥启动文件中的主密钥加密密钥，并使用主密钥加密密钥解密主密钥。

拥有 sso_role 的用户可通过以下设置来配置 SAP ASE 的无人值守启动模式：

```
  sp_configure 'automatic master key access', 1
```

要使用无人值守启动模式，您必须同时为数据库中的 master key 和 dual master key 创建 automatic_startup 密钥副本。

4.7.2 创建主密钥启动文件

启用 automatic master key access 时，SAP ASE 会读取主密钥启动文件中的密钥加密密钥。

如果主密钥启动文件不存在，则 SAP ASE 会创建主密钥启动文件，但不会将密钥加密密钥值写入文件，直到创建主密钥或双主密钥的 automatic_startup 密钥副本。

禁用 automatic master key access 时，SAP ASE 会从服务器内存中删除主密钥和双主密钥的密钥加密密钥。SAP ASE 不会从主密钥启动文件中清除密钥加密密钥值。

具有 sso_role 的用户可以使用以下命令指定主密钥启动文件的路径和名称：

```
  sp_encryption mkey_startup_file
```

```
        [, {<new_path> | default_location | null}]
        [, {sync_with_mem | sync_with_qrm}]
```

其中：

- `<new_path>` – 指定主密钥启动文件的位置和名称。SAP ASE Cluster Edition 独立安装不支持 `<new_path>`。
- `default_location` – 将主密钥启动文件设置为缺省路径和名称：`$SYBASE_ASE/security/ase_encrcols_mk_<servername>.dat`。SAP ASE Cluster Edition 独立安装不支持 `default_location`。
- `null` – 显示当前主密钥启动文件的路径和名称。
- `sync_with_mem` – 如果启用配置选项 automatic master key access，则将服务器内存中的主密钥加密密钥写入主密钥启动文件。SAP ASE Cluster Edition 独立安装不支持 `sync_with_mem`。
- `sync_with_qrm` –（仅适用于 Cluster Edition 独立安装）使用仲裁设备中的副本更新本地主密钥启动文件中的密钥副本。

4.7.3 SAP ASE 使用主密钥启动文件的方法

SAP ASE 将主密钥启动文件中的主密钥和双主密钥加密密钥读入服务器内存。

如果：

- 服务器启动时 `automatic master key access` 处于启用状态，或者
- 服务器运行时 `automatic master key access` 处于启用状态。

如果：

- 创建了主密钥或双主密钥的 `automatic_startup` 密钥副本，则 SAP ASE 会将主密钥或双主密钥加密密钥写入该文件。
- 更改了主密钥或双主密钥的 `automatic_startup` 密钥副本的密钥加密密钥，则 SAP ASE 会将新的主密钥或双主密钥加密密钥写入该文件。
- 删除了 `automatic_startup` 密钥副本，SAP ASE 将删除该文件中的相应记录。
- 删除了数据库，SAP ASE 将删除属于已删除数据库的所有记录。
- 删除了主密钥或双主密钥，SAP ASE 将删除相应记录。
- 使用 `sp_encryption mkey_startup_file` 指定新的主密钥启动文件，SAP ASE 会将服务器内存与新文件的内容进行同步。

如果主密钥加密密钥位于内存中，可通过 `automatic_startup` 副本访问该主密钥，即使未设置主密钥口令也是如此。

5 保护外部口令和隐藏文本

SAP ASE 可使用 AES-256 对称加密算法对外部登录口令和隐藏文本进行强加密。

可选择对以下对象的外部口令进行强加密：

- Replication Agent – 复制型数据库。
- CIS – 远程描述符和登录名。
- Job Scheduler – Job Scheduler 代理。
- RTMS – 实时消息传送。
- 安全套接字层 (SSL) 和轻量目录访问协议 (LDAP) – SSL 和 LDAP 访问帐户。口令是使用可以保护的存储过程 `sp_ldapadmin` 和 `sp_ssladmin` 管理的。

可以选择使用 `sp_hidetext` 对在 `syscomments` 中存储 SQL 文本的对象（例如存储过程、用户定义的函数和计算列）进行强加密。

> **注意**
>
> 加密外部口令和隐藏文本需要 ASE_ENCRYPTION 许可证。

5.1 服务密钥

服务密钥是 256 位持久性加密密钥，用于对外部登录口令和隐藏文本进行强加密，它们存储在 `sysencryptkeys` 中。

可使用以下任一项对服务密钥进行加密：

- 静态密钥 – 是用于服务密钥的缺省密钥加密密钥，如果尚未在当前数据库中创建主密钥，则可以使用该密钥。借助此方法，SAP ASE 可以在进行无人值守启动后使用服务密钥。
- 主密钥 – 所提供的保护强于静态密钥。SAP ASE 需要口令来解密特定于数据库的主密钥。

描述这些服务密钥的数据库对象包括：

- `syb_extpasswdkey` – 标识用于对 `sysattributes` 中的外部登录口令进行加密的服务密钥。任何数据库都只有一个 `syb_extpasswdkey`。当 `syb_extpasswdkey` 更改时，将使用新密钥对使用该密钥加密的所有数据重新进行加密。
  尽管外部登录口令通常存储在主数据库中，但 RepAgent 将此信息存储在复制数据库中。
- `syb_syscommkey_dddddd` – 标识用于对 `syscomments` 中的隐藏文本进行加密的服务密钥，其中，“dddddd”是 SAP ASE 生成的、用于唯一标识该密钥的全局标识符。如果有许多与同一对象关联的 `syb_syscommkey` 密钥，则名称中将包含全局标识符以区分各个名称。全局标识符用于区分本地数据库和复制数据库中的密钥。
  对隐藏文本进行强加密需要在其中执行 `sp_hidetext` 以隐藏 SQL 文本的每个数据库中的服务密钥。在创建新服务密钥后，数据库中的任何现有服务密钥仍将保留，直到被显式删除，并且在您重新发出 `sp_hidetext` 之前，不会对任何隐藏文本重新进行加密。

> **注意**
>
> 系统加密口令不加密服务密钥。

在升级到 15.7 版本或更新的版本期间，将根据源代码重新编译过程对象。在为对隐藏文本启用强加密的数据库输入主密钥口令，以及通过主密钥保护服务密钥之前，已连接用户可以执行的操作会受到限制。

授权用户必须使用以下命令对此类数据库设置主密钥口令：

```
   use <mydb>
   go
set encryption passwd <password> for key master
go
```

5.1.1 创建服务密钥

拥有 sso_role 或 keycustodian_role 的用户可以创建服务密钥并成为密钥的拥有者。

先决条件

要创建服务密钥，必须满足以下条件：

- 需要 ASE_ENCRYPTION 许可证。
- 必须设置 enable encrypted columns 配置参数。
- 创建服务密钥的用户必须具有 sso_role 或 keycustodian_role。
- 如果要使用主密钥保护服务密钥，则必须在创建服务密钥之前创建主密钥。

背景信息

使用：

```
  create encryption key [syb_extpasswdkey | syb_syscommkey]
    [ with { static key | master key }]
```

缺省情况下，使用静态密钥加密这些密钥。若要使用主密钥，可使用 with master key 参数。

在创建 syb_extpasswdkey 时，将通过使用强加密的新密钥对 sysattributes 中的所有外部口令重新进行加密。

在创建 syb_syscommkey 后，sp_hidetext 的任何后续执行将使用具有强加密的新密钥。必须对现有数据库对象执行 sp_hidetext，才能使用新密钥加密该对象。因为重新加密隐藏文本涉及的数据量可能非常大，所以数据库管理员应该将 sp_hidetext 推迟到系统需求较低时执行。

> **注意**
>
> 不能对服务密钥使用双控制。

5.1.2 删除服务密钥

`drop encryption key` 可确保不存在对加密密钥的引用，并随后将其删除。您无法删除不存在的 `syb_extpasswdkey` 或 `syb_syscommkey_dddddd`。要确保删除所有隐藏文本密钥，可使用 `sp_encryption` 标识所有现有密钥。

先决条件

用户必须拥有 `keycustodian_role` 或 `sso_role` 才能删除未使用的服务密钥。

背景信息

> **注意**
>
> 如果您的 ASE_ENCRYPTION 许可证已过期，则加密数据不再可用，并且您无法执行 `drop encryption key` 命令。请与 SAP 技术支持部门联系，以获取临时许可证。

使用以下命令删除未使用的外部登录服务密钥：

```
drop encryption key <syb_extpasswdkey>
  with password encryption downgrade
```

当指定 `with password encryption downgrade` 时，SAP ASE 将用 15.7 之前的版本中使用的算法来重置外部登录口令。Replication Agent 口令以及 CIS 和 RTMS 外部登录口令将重置为无效值。管理员必须在删除密钥后手动重新输入这些口令，才能继续使用相应的服务。

使用以下命令删除未使用的隐藏文本单个服务密钥：

```
drop encryption key <syb_syscommkey_dddddd>
```

SAP ASE 会检查是否对指定密钥 _dddddd 进行了任何引用，并在未发现引用时删除该密钥。

因为 `syb_syscommkey_dddddd` 指示单个密钥，所以您无法使用 `with text encryption downgrade` 参数指定 `syb_syscommkey_dddddd`。

删除多个密钥：

```
drop encryption key <syb_syscommkey> with text encryption downgrade
```

- 如果您指定 `with text encryption downgrade`，则无法使用 `syb_syscommkey_dddddd` 指定单个服务密钥，而只能使用 `syb_syscommkey`。
- 如果 `syb_syscommkey` 不带“dddddd”后缀，SAP ASE 将用 15.7 之前的版本中使用的算法重新加密 `syscomments` 中的所有隐藏文本，并删除所有 `syb_syscommkey_dddddd` 密钥。

5.1.3 修改服务密钥

您可以重新生成 `syb_extpasswdkey` 或将其保护加密从主密钥更改为静态密钥，反之亦然。您不能重新生成 `syb_syscommkey`。

5.1.3.1 更改 syb_extpasswdkey

您可将 `syb_extpasswdkey` 从静态更改为动态。

背景信息

可使用以下命令更改 `syb_extpasswdkey`：

```
alter encryption key <syb_extpasswdkey >
    [ with { static key | master key} ]
        { regenerate key [ with { static key | master key } ]
      | modify encryption [ with { static key | master key } ] }
```

其中：

- `with {static key | master key}` 的第一个实例是可选的，它表示当前加密 `syb_extpasswdkey` 的方式。
- `with {static key | master key}` 的第二个实例允许管理员将对重新生成的密钥的加密从静态更改为动态，反之亦然。如果省略该参数，重新生成的密钥将保持发出此命令之前的加密状态。
- `with {static key | master key}` 的第三个实例更改对现有密钥的保护，以便根据指定使用静态密钥或主密钥。如果省略该参数，缺省情况下将使用静态密钥。

过程

1. 为外部登录口令创建新的服务密钥。
2. 使用新密钥重新加密 `sysattributes` 中的口令。
3. 删除旧密钥。

结果

例如：

- 为外部登录口令创建一个服务密钥，然后使用受静态密钥保护的服务密钥加密所有外部登录口令：

```
create encryption key <syb_extpasswdkey>
```

- 为外部登录口令重新生成服务密钥，以保留受静态密钥保护的新服务密钥并重新加密由旧服务密钥加密的所有外部口令：

```
alter encryption key <syb_extpasswdkey>
       regenerate key
```

- 更改对要由主密钥加密的服务密钥的保护。该服务密钥不发生更改，并且不重新加密外部登录口令：

```
alter encryption key <syb_extpasswdkey>
      modify encryption with master key
```

> **注意**
>
> 在发出该命令之前，请确保主密钥所有者已输入主密钥口令。

5.1.3.2 更改 syb_syscommkey

若要更改 syb_syscommkey，可创建一个新密钥并使用 sp_hidetext 通过该新密钥重新进行加密。

背景信息

例如：

- 示例 1 – 创建一个新的隐藏文本加密密钥，并使用新创建的密钥加密 syscomments 表中的所有 SQL 文本对象：

```
create encryption key <syb_syscommkey>
go
sp_hidetext
go
```

> **注意**
>
> 创建新 syb_syscommkey 后，它将成为该数据库中供 sp_hidetext 使用的缺省密钥。

- 示例 2 – 创建一个新的隐藏文本加密密钥，使用新创建的密钥加密 syscomments 中特定存储过程的文本，并使用主密钥保护该密钥：

```
create encryption key <syb_syscommkey>
       with master_key
go
```

```
sp_hidetext <sp_mysproc>
go
```

在本例中，syscomments 中的所有其它隐藏文本行仍然使用上面的加密密钥进行加密。

5.1.4 带有外部口令的服务密钥

服务密钥可加密使用 SSL 的网络监听器的私钥口令。私钥口令可初始化 SSL 证书。

5.1.4.1 SSL 口令

SSL 监听器的启动方式取决于服务密钥是否被主密钥加密，或主密钥是否可用。

如果通过主密钥加密服务密钥，而该主密钥不可用：

- 当仅在接口文件中指定 SSL 监听器时，没有用户可以登录来输入主密钥或双主密钥口令。SAP ASE 将关闭，因为它无法启动任何监听器。
- 当在接口文件中同时指定 SSL 和非 SSL 监听器时，非 SSL 监听器可以接受登录请求。SSL 监听器将被阻止，直至授权用户在连接到非 SSL 监听器端口上的 SAP ASE 后使用以下命令手动输入主密钥口令：

```
use master
go
set encryption passwd <password> for key master
go
```

在正确输入主密钥口令后，SAP ASE 将唤醒 SSL 监听器进程，这些进程将开始接受传入的登录请求。

5.1.4.2 LDAP 口令

当 SAP ASE 在进行 LDAP 用户身份验证过程期间验证用户身份时，需要使用服务密钥对 LDAP 管理帐户的口令进行解密。在完成验证过程之前，用户无法使用 LDAP 进行登录。

可以使用 SAP ASE 鉴定对其进行本地鉴定的授权用户可以使用以下命令手动输入主密钥口令：

```
   use master
   go
set encryption passwd <password> for key master
go
```

请参见《安全性管理指南》。

5.1.4.3 Replication Agent 口令

服务密钥可解密 Replication Agent 用于对用户数据库启动连接的口令。如果通过主密钥加密服务密钥，则配置为自动启动的代理将被阻止，直至授权用户手动输入主密钥口令。

如果服务密钥位于复制的用户数据库中，则该服务密钥还可用于复制数据库，因为也会复制存储加密密钥的 `sysencryptkeys` 表。主密钥也存储在复制的 `sysencryptkeys` 表中，并且也可用于复制数据库。因为已加密服务密钥，所以在复制过程中这些服务密钥仍受保护。

SAP ASE 启动后，授权用户可使用以下命令进行连接并设置每个数据库的主密钥口令：

```
   use <mydb>
   go
set encryption passwd <password> for key master
go
```

可以通过状态值“passwd sleep”识别等待主密钥口令的 Replication Agent：

```
   sp_who
go
```

```
   fid spid status loginame orignam hostname blk_spid dbname tempdbname cmd
block_xloid
   --- ---- ----------- ------ -------- -------- ------
   ------ ---------- --------- -----------
   0   38  passwd sleep NULL   NULL      NULL     0
tdb4   tempdb     REP AGENT  0
```

5.2 使用主密钥加密的服务密钥

如果通过主密钥加密服务密钥，则必须根据您指定主密钥的方式，将主密钥的口令自动或手动输入 SAP ASE 中。

如果您不使用自动主密钥访问，则通常可以使用 `set encryption passwd` 输入主密钥口令。但是，如果在启动期间需要使用服务密钥解密网络监听器的私钥口令，则可以在命令行中或通过命令行提示提供主密钥。

使用 `dataserver . . . -- master_key_password` 参数将在启动 SAP ASE 期间提示您输入主密钥口令。发出 `-- master_key_password` 参数的用户必须知道主数据库的主密钥口令，并对控制台和用于输入该口令的键盘具有物理访问权限。

如果您不提供口令，`-- master_key_password` 将提示您在命令行中输入该口令。例如：

```
   dataserver --master_key_passwd  -dd_master  -eerrorlog
```

```
   master_key_passwd:_
```

不会显示口令字符，也不会验证该口令，直至稍后进入 SAP ASE 启动序列。

如果在 `-- master_key_password` 参数中包括口令：

```
   dataserver --master_key_passwd=mysecret  -dd_master  -eerrorlog
```

在读取和使用 mysecret 口令后，将从内存中清空该口令。但在清空内存之前会显示明文口令。

如果您输入的口令不正确，则使用服务密钥的尝试将失败，需要服务密钥的 SAP ASE 服务仍然无法使用。当该服务器启动后，授权用户可使用以下命令进行连接并在主数据库中设置主密钥口令：

```
   use master
   go
   set encryption passwd password for key master
go
```

如果您仅配置了 SSL 监听器并输入错误的口令，SAP ASE 将关闭，因为它无法启动任何监听器。

SAP 建议您不要在命令行中输入口令，因为会在以下位置显示这些口令：

- 在可以使用 UNIX ps 命令查看的内存中
- 在内存中，在无人值守的终端屏幕上，或者磁盘上的命令历史记录缓冲区和文件中
- 屏幕上

SAP 建议客户网站提供口令输入提示，以避免在使用有人值守启动时出现这些漏洞。

6 数据库加密

在您必须对敏感数据列执行范围搜索或因不了解数据模型而无法确定敏感数据列时，请选择加密数据库。

6.1 创建加密数据库

要创建完全加密数据库，请使用 `create database` 命令。

指定在创建数据库时是否对该数据库加密，如果加密该数据库，则插入到该数据库中的数据也会自动加密。数据库在加密后，其大小不会发生变化；另外，无论数据库是否加密，其所有存储访问功能的工作方式保持不变。支持加密的数据库有以下几种类型：

- 常规用户数据库
- 临时数据库
- 存档数据库

不能加密内存数据库。

要创建加密数据库，请使用：

```
create [temporary] database <database_name>
  encrypt with <key_name>
```

其中：

- `<database_name>` 是要创建的加密数据库的名称。
- `<key_name>` 是数据库加密密钥的名称。

要创建加密存档数据库，请使用：

```
create archive database <database_name>
  encrypt with <key_name>
```

其中：

- `<database_name>` 是要创建的存档数据库的名称
- `<key_name>` 是加密备份数据库所用的密钥。SAP ASE 在数据库装载过程中验证 `<key_name>` 是否匹配。如果不匹配，恢复将失败。

示例

使用加密密钥 `dbkey` 创建一个名为 `demodb` 的加密数据库，其数据位于设备 `demodev` 上，日志位于设备 `demologdev` 上：

```
create database demodb on demodev log on demologdev encrypt with dbkey
```

用法

使用 `create database` 命令的 `encrypt with` 选项不需要特殊权限。但是，用户需要具备对数据库加密密钥的 `select` 权限以能够引用其作为 `<key_name>`。

6.2 加密现有数据库

您可以使用 `alter database` 命令加密未加密的数据库。

根据数据库大小的不同，加密可能会花费一段时间。为此，在数据库标记为加密后命令立即返回。加密将在后台进行，且进程对用户透明。要检查数据库加密的状态和进程，请运行 `sp_helpdb` 系统过程、`dbencryption_status()` 内置函数或 SAP ASE cockpit 用户界面。记住：

- 数据库加密在数据库联机时进行。这表示数据库在进行加密时，其他用户可以对其进行访问，无需将数据库置于单用户模式。
- 加密进程不会中断对数据库执行的任何用户查询、更新或插入操作。
- 可暂停及恢复数据库加密，以便在重新启动 SAP ASE 后恢复数据库加密。
- 加密操作逐页执行。
- 无法更改存档数据库以进行加密和解密。
- SAP ASE 记录数据库的加密进程并提供实用程序报告其状态。

限制：

- 不能加密 `master`、`model`、`dbccdb` 和 `dbccalt` 数据库。
- 不能解密正在进行加密的数据库，也不能加密正在进行解密的数据库。
- 不能卸下正在进行加密的数据库。
- 不能基于某个正在加密的数据库加载另外一个数据库。
- 在进行数据库加密的过程中，不要执行缩减数据库大小的命令。

语法是：

```
   alter database <database_name>
{encrypt with <key_name> [parallel <degree_of_parallelism>]
| resume encryption [parallel <degree_of_parallelism>]
   | suspend encryption
}
```

其中：

- `encrypt with <key_name>` 指示 SAP ASE 使用 `<key_name>` 加密数据库。
  具体来说，该命令从 `master` 数据库的 `sysencryptkeys` 系统表中检索相应的密钥 ID，并在其关联的 `sysdatabases` 行中设置 `encrkeyid` 列。
  数据库处于以下状态时，SAP ASE 无法运行 `alter database` 并显示错误消息：
  - 已使用另一密钥加密。
  - 正在加密。

  如果对当前未进行加密的部分加密数据库运行此命令，且密钥名称与先前指定的密钥相同，则 SAP ASE 会将该命令视为已指定 `resume encryption` 选项。

- `parallel <degree_of_parallelism>` 确定为执行任务所要启动的工作线程数。
  如果数量等于或少于“`number of worker processes`”配置，则将为每个数据库存储虚拟设备创建一个线程。`<degree_of_parallelism>` 值不应大于数据库设备数，因为额外的工作线程不会提高加密性能。如果不指定 `<degree_of_parallelism>`，SAP ASE 将基于联机引擎数以及数据库在不同设备中的分布方式在内部定义该参数的值。
- `resume encryption` 从之前加密被挂起的页恢复加密进程。
  如果出现以下情况，该命令失败：
  - SAP ASE 已有正在运行的加密进程。
  - 从未对数据库启动加密。
  - 加密进程已完成。

  可将 `parallel <degree_of_parallelism>` 和 `resume encrypt` 联用。
- `suspend encryption` 终止正在加密数据的所有加密工作线程。SAP ASE 将记录加密进度，以便 `resume encryption` 能够在前一个加密进程停止处重新开始加密。如果没有正在进行的加密进程，SAP ASE 将忽略此命令。

此示例使用加密密钥 `dbkey` 对现有数据库 `existdb` 进行加密：

```
alter database existdb encrypt with dbkey
```

此示例未指定并行度，而是由 SAP ASE 来决定并行加密 `existdb` 所应启动的工作线程数。

除并行度外，另一个影响数据库加密性能的主要因素是缓冲池大小。充足的缓冲区高速缓存和适当大小的缓冲池可确保 SAP ASE 将大量页面装载到内存中，供每个磁盘读取、执行加密并将其写回。

下面的示例显示了为要加密的数据库 `demodb` 配置缓冲区高速缓存和缓冲池大小可采取的步骤：

1. 为 `demodb` 创建特定数据高速缓存：

   ```
   sp_cacheconfig demodb_cache, '10M'
   ```

   这将创建一个名为 `demodb_cache` 的指定缓冲区高速缓存，数据库页空间为 10MB。
2. 创建特定大小的缓冲池。缓冲池的大小应该为数据库页面大小的 8 倍。例如，数据库页面缺省大小为 2K，则缓冲池的大小应为 8 x 2 = 16K：

   ```
   sp_poolconfig demodb_cache, '10M' , '16k'
   ```

   这将在名为 `demodb_cache` 的指定高速缓存中创建 10MB 的缓冲池，其中每个缓冲区的大小为 16K。
3. 将数据库绑定到缓冲区高速缓存：

   ```
   sp_bindcache demodb_cache, demo_db
   ```

6.3 加密状态和进度

要获得关于数据库是否加密以及正在加密数据库的加密进度方面的信息，请使用 sp_helpdb 系统过程或 dbencryption_status 内置函数。

- sp_helpdb – 下面列出了语法，其中 <database_name> 是数据库名称：

```
sp_helpdb <database_name>
```

- dbencryption_status – 使用 status 获取关于数据库是否加密的信息，使用 progress 查明加密进程的进度：
  - `select dbencryption_status("status", db_id("existdb"))`
  - `select dbencryption_status("progress", db_id("existdb"))`

6.4 性能注意事项

现有数据库在进行加密时仍保持联机状态。请考虑性能问题，以减轻对用户访问数据库以及 SAP ASE 的总响应时间的影响。

为确保良好的数据库加密性能，需要考虑的因素包括：

- 多处理器计算机上的 SAP ASE 引擎数
- 存储数据库的磁盘数
- 与数据库关联的缓冲池的大小

在 alter database 中指定加密或解密的并行度值，本质上来说是指示 SAP ASE 执行操作时要启动的工作线程数。由于工作线程并发运行，因此最好将其分配到多个 CPU。同时应避免过度使用 CPU 资源，从而缩短 SAP ASE 的总响应时间。因此，决定并行度值时应考虑 SAP ASE 引擎数。

设备 I/O 是数据库加密过程中的主要瓶颈。SAP ASE 可以从两个角度应对该问题：

- 如果每个单独的设备都分配了一个工作线程，则可以独立并发执行设备 I/O 以获得最佳吞吐量。因此，决定并行度值时应考虑存储数据库的磁盘数。
- 如果每次设备读/写可以处理大量页面，那么性能将有所提高。在加密/解密的过程中，数据库必须处于联机状态。因此，必须利用现有缓冲区管理器机制来解决同步问题，而不是分配专有缓冲区。为此，可以创建足够大的缓冲区高速缓存和 I/O 较大的缓冲池，以帮助 SAP ASE 提高其加密性能。

本示例显示如何配置缓冲区高速缓存和缓冲池的大小，以完全加密名为 demodb 的数据库（该数据库的数据和日志分配到 11 个设备）：

```
   > select dbid, segmap, lstart, size, vstart, vdevno from sysusages where
dbid=db_id('demodb')
   dbid   segmap lstart     size       vstart      vdevno
   ------ ------ ---------- ---------- ----------- -----------
      4        3          0      92160           0           1
      4        4      92160      30720           0           2
      4        3     122880     184320       92160           1
      4        4     307200      61440       30720           2
      4        3     368640     419840      276480           1
```

```
      4         4     788480      61440       92160           2
      4         3     849920     122880      696320           1
      4         4     972800     153600      153600           2
      4         3    1126400     819200      819200           1
      4         3    1945600    1638400           0           3
      4         3    3584000    1638400           0           4
      4         3    5222400    1638400           0           5
      4         3    6860800    1638400           0           6
      4         3    8499200    1638400           0           7
      4         3   10137600    1638400           0           8
      4         3   11776000    1638400           0           9
      4         3   13414400    1638400           0          10
      4         3   15052800    1638400           0          11
 4         4   16691200     204800      307200           2
```

1. 配置缓冲区高速缓存和缓冲池的大小：
   1. 为 demodb 创建特定数据高速缓存：

      ```
      sp_cacheconfig demodb_cache, '100M'
      ```

      这将创建数据库页面空间为 100MB 的名为 demodb_cache 的缓冲区高速缓存。
   2. 创建特定大小的缓冲池，其中缓冲池的大小为数据库页面大小的 8 倍：

      ```
      sp_poolconfig demodb_cache, '100M' , '16k'
      ```

      因为缺省数据库页面大小为 2K，所以缓冲池大小应为 8 X 2 = 16KB。
      这将在指定高速缓存 demodb_cache 中创建 100MB 的缓冲池，其中的缓冲区为 16K。
   3. 将数据库绑定到缓冲区高速缓存：

      ```
      sp_bindcache demodb_cache, demo_db
      ```

      这会将数据库 demo_db 绑定到创建的缓冲区高速缓存 demodb_cache。
2. 确定要使用的并行度。在本示例中，共配置了 8 个 SAP ASE 引擎：

   ```
   [Thread Pool:syb_default_pool]
   ```

   线程数 = 8
   最大工作线程数不应超过 8。
   同时，由于 SAP ASE 使用 11 个数据库设备，因此最多需要 11 个工作线程来并行执行设备 I/O。因为 11 个工作线程会过度占用八个引擎，所以并行度应设置为 8。但是，为使 SAP ASE 维持其响应时间并执行其它操作，应将并行度选择为 6 以避免占用所有 CPU 资源。
   1. 确保配置足够多的工作线程：

      ```
      sp_configure 'number of worker processes', 6
      ```
   2. 更改数据库 demodb 以进行加密：

      ```
      alter database demodb encrypt with dbkey parallel degree 6
      ```

      sp_who 显示 6 个工作线程：

      ```
      >sp_who
      fid    spid    status    loginame    origname
          hostname    blk_spid    dbname
        tempdbname    cmd
              block_xloid        threadpool
      ------ -------- ---------------- ---------
      ```

```
……
  0     16    sleeping   NULL       NULL     NULL              0   master
   master DB    ENCRYPTION CONTROLLER        0                   NULL
  16    1     sleeping   NULL       NULL     NULL              0   master
   master       WORKER PROCESS               0                   NULL
  16    17    sleeping   NULL       NULL     NULL              0   master
   master      WORKER PROCESS                0                   NULL
……
```

sp_helpdb 可以报告加密进程和状态：

```
1> sp_helpdb demodb
2> go
name     db_size    owner  dbid  created       durability lobcomplvl
inrowlen status
-------- ---------- ------ ----- ------------ ---------- ----------
-------- ----------------
demodb   33000.0 MB sa       4   Sept 27, 2013 full               0
NULL     encryption in progress: 18%
```

也可以使用 dbencryption_status 函数获取加密状态和进程：

```
1> select dbencryption_status("status", db_id('demodb'))
2> go
-----------
2
1> select dbencryption_status("progress", db_id('demodb'))
2> go
-----------
21
```

这表示已加密 21% 的数据库页面。

还可以使用 dbencryption_status 查找特定段的进度：

```
1> select dbencryption_status("progress", db_id('demodb'), 92160)
2> go
-----------
83
```

这表示在逻辑页面开头为 92160 的段中，83% 的页面已加密。

与未加密数据库相比，加密数据库需占用更多的缓冲区来执行加密和解密操作。如果因执行加密和解密操作，导致没有干净的缓冲区可用，请执行以下操作：

- 增加缓冲池大小和缓冲池清洗大小
- 将 housekeeper free write percent 配置为一个允许管家任务更频繁清洗缓冲区的值

6.5 挂起加密进程

要停止加密正在进行加密的数据库，请使用 suspend encrypt 命令的 alter database 选项。

```
alter database <database_name>
  suspend encryption
```

6.5.1 quiesce database 命令和完全加密数据库

对正在进行加密的数据库运行 quiesce database 命令时，SAP ASE 将暂停加密进程。

运行 quiesce database 后，无需运行 alter database 的 suspend encryption 选项；quiesce database 自动挂起对数据库的 I/O 操作。

释放 quiesce 模式后，加密（或解密）任务将自动恢复；无需运行 alter database 中的 resume encryption 选项。

6.6 恢复加密进程

要恢复加密加密进程被中断或被挂起的数据库，请使用 alter database 命令的 resume encryption 选项。

```
alter database <database_name>
  resume encryption [parallel <degree_of_parallelism>]
```

6.7 通过随机加密密钥对临时数据库进行加密

可通过随机数据库加密密钥创建并加密临时数据库。随机密钥由服务器创建，储存于内存中。

对于通过随机密钥加密的临时数据库，encrkeyid = -1 用于在 SYSDATABASES 系统目录中进行指定。

服务器启动后，将通过不同的随机数据库加密密钥来重新创建加密临时数据库。无法转储通过随机数据库加密密钥加密的临时数据库。

服务器启动期间，可使用命令行选项 -C 或 --cleartext-temp-db 指示服务器重新创建加密临时数据库，以作为明文数据库。

语法是：

```
create temporary database <dbname> encrypt [with random key]
    alter database <temp dbname> encrypt [with random key]
    alter database <temp dbname> decrypt [with random key]
```

示例

通过名为 dek_master 的数据库加密密钥创建并加密临时数据库 t1。

```
1> create temporary database t1 encrypt with dek_master
2> go
```

示例

通过服务器生成的随机数据库加密密钥创建并加密临时数据库 `t2`。

```
1> create temporary database t2 encrypt with random key
2> go
```

或者

```
1> create temporary database t2 encrypt
2> go
```

示例

通过服务器生成的随机数据库加密密钥将临时数据库 `t7` 更改为待加密。

```
1> alter database t7 encrypt with random key
2> go
```

或者

```
1> alter database t7 encrypt
2> go
```

示例

将临时数据库 `t7` 更改为待加密。

```
1> alter database t7 decrypt with random key
2> go
```

或者

```
1> alter database t7 decrypt
2> go
```

6.8 解密加密数据库

要解密完全加密的数据库，请使用 `alter database` 命令。

语法是：

```
   alter database <database_name>
  {decrypt [with <key_name>] [parallel <degree_of_parallelism>]
| resume decryption [parallel <degree_of_parallelism>]
| suspend decryption}
```

其中：

- `<database_name>` - 要解密的完全加密数据库的名称。

- `<key_name>` -（可选）与用于加密数据库的数据库加密密钥相同。如果指定其它密钥名称，该命令将失败，同时 SAP ASE 会显示一条错误消息。
- `resume decryption` – 恢复之前被挂起的数据库的解密进程。如果 `<database_name>` 已完全解密，SAP ASE 将忽略此命令。
- `parallel <degree_of_parallelism>` - 指定为执行任务所要启动的工作线程数。
- `suspend decryption` – 终止解密进程。SAP ASE 会记录进程停止的位置，以便 `resume decrypt` 可从数据库的正确位置重新启动解密进程。

要使用该命令，必须对数据库的 `<key_name>` 具有 `select` 权限。

6.9 恢复完全加密数据库

如果由于主密钥或双主密钥不可用，SAP ASE 无法在启动期间检索数据库加密密钥，则 SAP ASE 将忽略加密数据库。

SAP ASE 需要访问数据库加密密钥以了解如何处理完全加密数据库。数据库加密密钥本身也进行了加密，由主密钥解密。

要在重新启动 SAP ASE 后连接到服务器，主密钥或双主密钥的口令持有者可以设置加密口令：

```
set encryption <passwd> for key [dual] master
```

这样主密钥便能够解密数据库加密密钥，同时数据库加密密钥可以使完全加密数据库联机：

```
online database <encrypted_database_name>
```

随后会在服务器重新恢复到联机状态时进行数据库恢复。

还可设置自动恢复；请参见《加密列用户指南》中的“在无人值守启动模式下启动 *Adaptive Server*”。

6.10 备份（转储）完全加密数据库

由于以透明方式执行加密过程，因此备份完全加密的数据库与备份普通数据库（非加密数据库）相同。

要装载转储加密数据库得来的副本，必须使用加密转储所使用的加密密钥。

数据库加密密钥存储于所备份数据库外部的 `master` 数据库中。为此，在执行 `dump database` 命令时，备份过程并不自动应用到数据库加密密钥；必须在备份数据库的同时单独备份数据库加密密钥和主密钥。

要备份密钥值，可使用以下任意一种方法：

- 使用 `ddlgen` 实用程序生成 DDL 语句，或者；
- 直接进行备份。

6.11 备份数据库加密密钥

要重新获得可恢复性，必须备份数据库加密密钥、主密钥或双主密钥以及加密数据库。

本示例使用 ddlgen 实用程序生成针对数据库加密密钥的 SQL 语句：

```
ddlgen -Usa -P -S<server> -TEK -Nmaster.<owner>.<dek_name> -XOD
```

针对 [双] 主密钥生成 SQL 语句的语法与此类似。

6.12 恢复（装载）完全加密数据库的备份

按照恢复普通未加密数据库的方式恢复完全加密数据库。

要装载加密数据库转储，必须先执行以下操作：

1. 恢复主密钥和数据库加密密钥。
2. 使用用于要装载数据库的数据库加密密钥创建要加密的目标数据库。

使用该命令恢复加密数据库，其中 <database_name> 为要恢复的加密数据库的名称：

```
load database <database_name>
```

> **注意**
>
> 不能将验证选项 (load database <database_name> with verify only = full) 用于加密数据库。指定该选项时，Backup Server 读取所有行并检查行格式是否有效。由于 Backup Server 不能理解加密文本，命令将失败，Backup Server 将显示一条错误消息。

执行 load database 恢复加密数据库时，SAP ASE 将验证目标数据库：

- 是否为加密数据库。如果不是加密数据库，SAP ASE 将显示一条错误消息，load database 命令将失败。
- 是否拥有正确的数据库加密密钥。如果数据库加密密钥不匹配，SAP ASE 将显示一条错误消息。

6.13 加密数据库的装载行为

装载行为因目标数据库和要恢复的数据库或事务日志的加密状态而异。

SAP ASE 16.0 及更高版本中不支持跨平台装载加密数据库转储。

装载行为	未加密目标数据库	加密目标数据库	部分加密目标数据库	部分解密目标数据库
未加密数据库转储	允许。	仅在使用 `with override` 子句时允许。转储安全状态反映在目标数据库中。	仅在使用 `with override` 子句时允许。转储状态反映在目标数据库中。	仅在使用 `with override` 子句时允许。将反映转储安全状态。
未加密事务转储	允许。	允许。将目标数据库标记为部分加密。	允许。目标数据库将保留其部分加密状态。	允许。目标数据库将保留其部分加密状态。
加密数据库转储	不允许。	允许。	允许。转储安全状态反映在目标数据库中。	仅在使用 `with override` 子句时允许。转储安全状态反映在目标数据库中。
加密事务转储	不允许。	允许。	允许。目标数据库将保留其部分加密状态。	不允许。
部分加密数据库转储	不允许。	允许。转储安全状态反映在目标数据库中。	允许。目标数据库将保留其部分加密状态。	仅在使用 `with override` 子句时允许。转储状态反映在目标数据库中。
部分加密事务转储	不允许。	允许。转储安全状态反映在目标数据库中。	允许。目标数据库将保留其部分加密状态。	不允许。
部分解密数据库转储	不允许。	仅在使用 `with override` 子句时允许。转储状态反映在目标数据库中。	仅在使用 `with override` 子句时允许。转储安全状态反映在目标数据库中。	允许。目标数据库将保留其部分解密状态。
部分解密事务转储	不允许。	不允许。	不允许。	允许。目标数据库将保留其部分解密状态。

6.14 删除正在进行加密的数据库

对正在进行加密或解密的数据库执行 `drop database` 命令时，`drop database` 会终止加密/解密进程，搜索 `sysattributes` 系统表，清除所有进程信息，然后删除数据库。

6.15 卸下加密数据库

您可以卸下加密数据库，方法与卸下明码数据库完全相同。

不需要更改语句语法或权限。被卸下的加密数据库中的数据仍然会保持加密。额外的信息被包含在清单文件中以表示加密数据库的安全状态。

不允许卸下正在被加密或解密的数据库。当这种状况发生时会弹出一条错误信息。您必须放弃数据库加密（或解密）以卸下部分加密或解密的数据库。加密状态将会被记录在清单文件中并在装入目标服务器时应用于数据库。

数据库加密密钥不会被包括在内，无论是清单文件还是被卸下的加密数据库中。密钥必须在装入数据库之前单独传送到目标服务器中。

例如，卸下加密数据库 edb1 和 edb2，还有普通数据库 db3 和 db4：

```
%isql -Udbkey_owner  -Ppassword  -Ssrvname
set encryption passwd 'masterkey_password' for key master
go
%isql -Uuser1 -Ppassword -Ssrvname
unmount database edb1, edb2 , db3, db4 to "/filespace/test_manifest"
go
```

相关信息

第 48 页上的“装入加密数据库”

6.16 装入加密数据库

要将加密数据库装入服务器，服务器必须拥有存储于 master 数据库中完全相同的主密钥与数据库加密密钥。

在装入过程中，SAP ASE 服务器将会验证数据库加密密钥是否符合每一个要装入的加密数据库。要装入加密数据库，您必须：

- 迁移数据库加密密钥，然后
- 装入加密数据库。

相关信息

第 47 页上的“卸下加密数据库”

6.16.1 迁移数据库加密密钥

使用 ddlgen 命令以迁移密钥。

所有数据库加密密钥都存储于 master 数据库内。由于数据库加密密钥由主密钥保护，所以主密钥也应被迁移。迁移条件也适用于双主密钥，如果它也保护数据库加密密钥。

例如，如果用户 dbkey_owner 在源服务器中创建了所有的主密钥与数据库加密密钥，调用 ddlgen 以生成密钥迁移脚本：

```
%ddlgen -Udbkey_owner  -Ppassword  -Ssrvname  -TEK  -Dmaster  -Nmaster.dbkey_owner.%  -XOD  >
key_migration.sql
```

在目标服务器中执行生成脚本 key_migration.sql 以在服务器中创建相同的密钥。

6.16.2 加密数据库装入

对于 mount 语句不需要语法和权限的更改。当使用 with listonly 时，所输出的消息表示了加密数据库的状态。

例如，在目标服务器中：

```
mount database all from "/filespace /test_manifest" with listonly
go
[database]
edb1 encrypted by master.dbkey_owner.encrkey_edb1
edb2 encrypted by master.dbkey_owner.encrkey_edb2
db3
db4
[device]
'/filespace /d6.dbs' = 'datadev_edb1'
' /filespace/d7.dbs' = 'logdev_edb1'
'/filespace /d8.dbs' = 'datadev_edb2'
'/filespace /d9.dbs' = 'logdev_edb2'
'/filespace /d10.dbs' = 'datadev_db3'
'/filespace /d11.dbs' = 'logdev_db3'
'/filespace /d12.dbs' = 'datadev_db4'
'/filespace /d13.dbs' = 'logdev_db4'
```

要装入数据库，首先设置主密钥的加密口令：

```
%isql -Udbkey_owner  -Ppassword  -Ssrvname
set encryption passwd 'masterkey_password' for key master
go
```

之后装入数据库：

```
%isql -Uuser1 -Ppassword -Ssrvname
mount database all from "/filespace /test_manifest"
go
```

对于部分加密或解密的数据库，数据库的加密状态在卸下或装入操作的时候保持不变。通过使用 alter database 命令以在已装入的数据库中继续加密或解密。

6.17 存档数据库和完全加密

存档数据库是只读的。加密语法指示存档数据库可以装载加密数据库转储。

要进行数据库备份和装载，需要恢复主密钥和数据库加密密钥，然后将数据库加密密钥与存档数据库相关联。

对于完全加密的存档数据库，其转储或装载步骤与普通数据库相同。

要创建存档数据库，请使用：

```
create archive database <database_name>
  encrypt with <key_name>
```

其中：

- <database_name> 是要创建的存档数据库的名称
- <key_name> 是加密存档数据库所用的密钥。SAP ASE 在数据库转储过程中检验 <key_name> 是否匹配。如果不匹配，恢复将失败。

与普通数据库不同，存档数据库提供修改页面区域，该区域存储由于重做/撤消操作和事务装载操作所引起的页面修改或分配信息。加密存档数据库时，还需要使用存档数据库的数据库加密密钥对修改页面区域的数据进行加密。

使用 `create archive database` 命令的 `encrypt with` 选项不需要特殊权限。但是，用户需要具备对数据库加密密钥的 `select` 权限以引用其作为 <key_name>。

6.18 加密数据库审计

您可通过 `sp_audit` 执行并管理加密数据库审计。

启用 `encryption_key` 审计选项以审计数据库加密密钥管理。您也可启用其它审计选项（如 `alter`）以审计数据库加密。

请参见《安全性管理指南》中的“审计”。

7 列加密

某些数据类型可以被加密。

您可加密以下数据类型：

- int, smallint, tinyint
- unsigned int、unsigned smallint、unsigned tinyint
- bigint、unsigned bigint
- decimal 和 numeric
- float4 和 float8
- money、smallmoney
- date、time、smalldatetime、datetime
- char 和 varchar
- unichar、univarchar
- binary 和 varbinary
- bit

7.1 加密新表中的列

要加密新表中的列，请在 create table 语句中使用 encrypt column 限定符。

背景信息

create table 的以下部分语法仅包括特定于加密的子句。请参见《参考手册：命令》以了解完整的语法。

```
   create table <table_name>
(<column_name>
   . . .
   [constraint_specification]
[encrypt [with [<database>.[<owner>].]<keyname>]]
   [, next_column_specification . . .]
)
```

- <keyname> – 标识使用 create encryption key 创建的密钥。表创建者必须对 <keyname> 具有 select 权限。如果未提供 <keyname>，SAP ASE 将查找通过在 create encryption key 中使用 as default 子句创建的缺省密钥。

> **注意**
>
> 您不能加密计算列，并且加密列不能出现在定义计算列的表达式中。您不能在表的 <partition_clause> 中指定加密列。

下列示例创建了两个密钥：数据库缺省密钥，以及另一密钥 (cc_key)，该密钥必须在 create table 命令中指定。两个密钥均使用长度和初始化矢量的缺省值。employee 表中的 ssn 列使用缺省密钥加密，customer 表中的 creditcard 列使用 cc_key 加密：

```
create encryption key new_key as default for AES
create encryption key cc_key
create table employee_table (ssn char(15) encrypt,
   ename char(50), ...))
create table customer (creditcard char(20)
 encrypt with cc_key, cc_name char(50), ...)
```

该示例创建了密钥 k1，此密钥使用初始化矢量和随机填充的非缺省值。employee esalary 列在加密前已使用随机数据进行了填充：

```
  create encryption key k1 init_vector null pad random
create table employee (eid int, esalary money encrypt with k1, ...)
```

7.1.1 指定 select into 加密

缺省情况下，select into 创建一个没有加密的目标表，即使源表具有一个或多个加密列。

背景信息

要加密目标表中的任何列，必须使用 encrypt 子句对目标列进行限定，如下所示：

```
select [all|distinct] <column_list>
  into <table_name>
  [(colname encrypt [with [[<database>.][<owner>].]<keyname>]
            [, colname encrypt
          [with[[<database>.][<owner>].]<keyname>]])]
      from <table_name> | <view_name>
```

即使在源表中没有加密数据，您也可以加密目标表中的特定列。如果源表中的列的加密密钥与为目标列指定的密钥相同，SAP ASE 可通过绕过源表的解密步骤和目标表的加密步骤来优化处理。

用于指定对目标表加密的规则与 create table 上指定的加密规则在以下几个方面是相同的：

- 要加密的列允许的数据类型
- 忽略 <keyname> 时使用数据库的缺省密钥
- 需要对用于加密目标列的密钥拥有 select 权限。

下面的示例选择了 daily_xacts 表中的加密列 creditcard，并以加密形式将其存储在 #bigspenders 临时表中：

```
select creditcard, custid, sum(amount) into      #bigspenders
     (creditcard encrypt with cust.dbo.new_cc_key)
     from daily_xacts group by creditcard
  having sum(amount) > $5000
```

> **注意**
>
> `select into` 需要源表的列级权限（包括 `decrypt`）。

7.2 加密现有表中的列

要加密现有表中的列，请在包含 `encrypt` 子句的 `alter table` 语句中使用 `modify column` 选项。

背景信息

语法是：

```
alter table <table_name> modify <column_name>
  [encrypt [with [[<database>.][<owner>].]<keyname>]]
```

其中 `<keyname>` 标识使用 `create encryption key` 创建的密钥。表创建者必须对 `<keyname>` 具有 `select` 权限。如果未提供 `<keyname>`，SAP ASE 将查找通过在 `create encryption key` 中使用 `as default` 子句创建的缺省密钥。

请参见《参考手册：命令》。

修改加密列存在以下限制：

- 不能对创建了触发器的列进行修改以将其加密或解密。必须：
  1. 删除触发器。
  2. 加密或解密列。
  3. 重新创建触发器。
- 不能更改现有加密列，不能修改表中的某个列以进行加密或解密，也不能修改加密列的类型（如果该列是聚簇索引或位置索引中的键）。必须：
  1. 删除索引。
  2. 改变表/修改列的类型。
  3. 重新创建索引。

您可以在改变列的其它属性的同时更改加密属性。还可以使用 `alter table` 添加加密列。

例如：

```
  alter table customer modify custid null encrypt with cc_key
alter table customer add address varchar(50) encrypt with cc_key
```

7.3 创建加密列的索引和约束

如果已指定加密密钥而未使用任何初始化矢量或随机填充，则可以创建加密列的索引。

如果对具有初始化矢量或随机填充的加密列执行 `create index`，则会发生错误。加密列的索引通常对等同性和非等同性匹配非常有用。不过，索引既不能用来匹配区分大小写的数据，也不能用来对任何数据执行范围搜索。

> **注意**
>
> 不能在函数索引表达式中使用加密列。

在以下示例中，`cc_key` 指定不使用初始化矢量或填充进行加密。它允许对任何用 `cc_key` 加密的列创建索引：

```
  create encryption key cc_key
      with init_vector null
  create table customer(custid int,
      creditcard varchar(16) encrypt with cc_key)
create index cust_idx on customer(creditcard)
```

可以对已声明为主键或唯一键的列进行加密。

在以下情况下，可以定义加密列的参照完整性约束：

- 引用的列和被引用的列是使用相同密钥进行加密的。
- 用于对列执行加密的密钥将 `init_vector` 指定为空，但尚未指定 `pad random`。

由于参照完整性检查是针对密文值执行的，因此非常有效。

在下面的示例中，`ssn_key` 对主表和外表中的 `ssn` 列进行了加密：

```
  create encryption key ssn_key for AES
      with init_vector null
  create table user_info (ssn char(9) primary key encrypt
      with ssn_key, uname char(50), uaddr char(100))
  create table tax_detail (ssn char(9) references user_info encrypt
    with ssn_key, return_info text)
```

7.4 创建加密列的域和访问规则

可以创建加密列的域规则、检查约束或访问规则。但是，如果将其用于目标列表、`where` 子句等，则需要该加密列的解密权限。

下面的示例创建了 `creditcard` 列的 `rule_creditcard` 规则，该列已定义了一个域规则：

```
  create encryption key cc_key
      with init_vector null
  create table customer(custid int,
         creditcard varchar(16) encrypt with cc_key)
  create rule rule_creditcard
  as @value like '%[0-9]'
sp_bindrule rule_creditcard, creditcard
```

bcp in -C 会绕过加密列的域规则或检查约束，原因是 SAP ASE 将快速 bcp 用于 bcp in -C。如果加密列存在访问规则，bcp out -C 会生成错误号 2929。当复制带有域规则或检查约束的加密列时，SAP ASE 会绕过 insert 和 update 语句的规则或约束。当您为 update、delete 或 select 语句复制带有访问规则的加密列时，SAP ASE 也会生成错误号 2929。

7.5 解密权限

要从加密列中选择明文数据或者搜索或连接加密列，用户必须具有解密权限。

表所有者或具有 sso_role 的用户可以使用 grant decrypt 向其他用户、组和角色授予解密表中的一个或多个列的显式权限。在过程或视图所有者授予以下权限时，可能会隐式地授予解密权限：

- 针对存储过程或用户定义函数的 exec 权限，用于从具有以下特征的加密列中进行选择：过程或函数的所有者也拥有包含该加密列的表
- 对视图列的 decrypt 权限，以便从视图所有者也拥有该表的加密列中选择数据

在这两种情况下，不需要对基表中的加密列授予解密权限。

语法是：

```
grant decrypt on [<owner>.] <table>
    [( <column>[{,<column>}])]
    to <user>| <group> | <role>
    [with grant option]
```

在表或视图级授予解密权限时，将对表中的所有加密列授予解密权限。

要授予 customer 表中所有加密列的解密权限，请输入：

```
grant decrypt on customer to accounts_role
```

以下示例显示了 user2 在基表“employee”的 ssn 列上的隐式解密权限。user1 设置 employee 表和 employee_view，如下所示：

```
create table employee (ssn varchar(12)encrypt,
    dept_id int, start_date date, salary money)
create view emp_salary as select
    ssn, salary from employee
grant select, decrypt on emp_salary to user2
```

user2 在从 emp_salary 视图中选择数据时，访问解密的社会保险号：

```
select * from emp_salary
```

> **注意**
>
> 表或视图的 grant all 不授予解密权限。解密权限必须单独授予。

只具有加密列的 select 权限的用户仍可以通过 bulk copy 命令将加密列作为密文处理。此外，如果加密列指定了解密缺省值，则无权解密数据的用户可以在 select 目标列表或 where 子句中指定该列。

相关信息

第 56 页上的“解密权限限制”
第 57 页上的“返回缺省值而非解密数据”

7.5.1 撤消解密权限

`revoke decrypt on` 可撤消用户的解密权限。

背景信息

语法是：

```
revoke decrypt on [ <owner>] <table>[( <column>[ {,<column>}])] from <user>
  | <group> | <role>
```

例如：

```
revoke decrypt on customer from public
```

7.6 解密权限限制

通过设置 `restricted decrypt permission` 配置参数来限制数据库所有者对私有数据的访问。

即使您使用主密钥或系统加密口令来保护密钥，SAP ASE 也可保护数据隐私，以防管理员访问私有数据。如果您不希望进行口令管理，并使用主密钥或系统加密口令来保护加密密钥，则可以通过设置 `restricted decrypt permission` 配置参数来限制数据库所有者对私有数据的访问。系统安全员 (SSO) 可以使用此参数来控制哪些用户拥有解密权限。一旦启用 `restricted decrypt permission`，SSO 即是接收隐式解密权限以及具有将该权限授予其他人的隐式特权的唯一用户。SSO 将决定哪些用户接收到解密权限，或者通过使用 `with grant` 选项授予解密权限将此工作委派给另一个用户。表所有者不会自动拥有对其表的解密权限。

对存储过程或用户定义的功能拥有执行权限的用户不具有解密由过程或功能选定的数据的隐式权限。对视图列拥有解密权限的用户不具有解密由视图选定的数据的隐式权限。

> **注意**
>
> 具有别名的用户会继续继承其别名所指向的用户的所有解密权限。`set proxy/set user` 语句会继续允许管理员或数据库所有者设置其标识已被该命令采用的用户的解密权限。

如果使用受限解密权限，则可以分配特权，以创建任务模式以及管理密钥，如下所示：

- 系统安全员 – 配置受限解密权限、创建加密密钥并为数据库所有者授予密钥的 `select` 权限，以及为最终用户授予解密权限。
- 数据库所有者 – 创建模式并装载数据。

相关信息

第 18 页上的“使用主密钥保护加密密钥”
第 55 页上的“解密权限”

7.7 返回缺省值而非解密数据

未被允许查看机密数据的用户在针对加密列运行查询时，将看到解密缺省值而非解密数据。解密缺省值使旧式应用程序和报告可以在运行时不出错，即使对于未被允许查看机密数据的用户也是如此。

相关信息

第 55 页上的“解密权限”

7.7.1 定义解密缺省值

当没有解密权限的用户尝试从加密列中选择信息时，`create table` 和 `alter table` 的 `decrypt_default` 参数允许加密列返回用户定义的值。

背景信息

执行如下操作从而避免显示错误消息 10330：

```
Decrypt permission denied on object <table_name>,
   database <database name>, owner <owner name>
```

使用加密列的解密缺省值允许现有报告运行完成而没有错误，并允许用户继续查看未加密的信息。例如，如果 `customer` 表包含加密列 `creditcard`，则可以设计表模式以便获得以下结果：

```
select * from customer
```

对没有解密权限的用户返回值“`**********`”，而不是返回信用卡数据。

使用 create table 添加新列的解密缺省值。create table 的部分语法为：

```
create table <table_name> (<column_name> <datatype>
      [[encrypt [with <keyname>]] [decrypt_default <value>]], ....)
```

- decrypt_default – 指定此列对没有解密权限的用户发出的 select 语句返回缺省值。
- <value> – 是 SAP ASE 对 select 语句返回的值，而不是解密值。常量值表达式无法引用数据库列，但可以包含自身引用表和列的用户定义函数。该值只能在可空列中为 NULL，且必须能够转换为该列的数据类型。

例如，当没有解密权限的用户选择表 t2 的 ssnum 列时，它会返回“?????????”：

```
create table t2 (ssnum char(11)
   encrypt decrypt_default '???????????', ...)
```

要向以前未加密的现有列添加加密和解密缺省值，请使用：

```
alter table <table_name> modify <column_name> [type]
   [[encrypt [with <keyname>]] [decrypt_default <value>]], …
```

以下示例修改了 emp 表以对 ssn 列进行加密，并指定了解密缺省值：

```
alter table emp modify ssn encrypt
   with key1 decrypt_default '000-00-0000'
```

要向现有加密列添加解密缺省值或更改已具有解密缺省值的列上的解密缺省值，请使用：

```
alter table <table_name> replace <column_name> decrypt_default <value>
```

以下示例向已经加密的 salary 列添加了解密缺省值：

```
alter table employee replace salary
   decrypt_default $0.00
```

以下示例使用新值替换以前的 decrypt_default 值并使用用户定义的函数 (UDF) 生成缺省值：

```
alter table employee replace salary
   decrypt_default dbo.mask_salary()
```

要在不删除加密属性的情况下从加密列删除解密缺省值，请使用：

```
alter table <table_name> replace <column_name> drop decrypt_default
```

以下示例删除了 salary 的解密缺省值，但并没有删除加密属性：

```
alter table employee replace salary
   drop decrypt_default
```

7.7.2 权限和解密缺省值

必须先对加密列授予解密权限，然后用户或角色才能选择或搜索这些列中的加密数据。如果加密列具有解密缺省属性，则没有解密权限的用户可以运行在这些列上进行选择或搜索的查询，但明文数据既不会显示，也不会用于搜索。

在此示例中，表 emp 的所有者允许具有 hr_role 的用户查看 emp.ssn。因为 ssn 列具有解密缺省值，所以对 emp 只具有 select 权限的用户以及不具有 hr_role 的用户将只看到 <decrypt_default> 值，而不是实际的解密数据。

```
  create table emp (name char(50), ssn (char(11) encrypt decrypt_default
'000-00-000', ...)
  grant select permission on table emp to public
grant decrypt on emp(ssn) to hr_role
```

如果您具有 hr_role，并且从此表执行 select，则会看到 ssn 的值：

```
  select name, ssn from emp
```

```
  name                            ssn
  ------------------------------  ------------
  Joe Cool                        123-45-6789
Tinna Salt                      321-54-9879
```

如果您不具有 hr_role，并且从此表执行 select，则将看到解密缺省值：

```
  select name, ssn from emp
```

```
  name                               ssn
  ------------------------------  -----------
  Joe Cool                        000-00-0000
Tinna Salt                      000-00-0000
```

如果您不具有此表的 hr_role，则 order by 子句不会影响结果集。

7.7.3 具有解密缺省值的列

对于在查询中如何使用具有 decrypt default 的列没有限制。您可以在目标列表表达式、where 子句、order by、group by 或子查询中使用它们。

虽然解密缺省常量值的表达式可能没有实际用途，但是放置列的解密缺省值对于 Transact-SQL 语句中列的使用不会施加任何语法限制。

以下示例对目标列表中具有解密缺省值的列使用 select 语句：

```
  create table emp_benefits (col1 name char(30),
    salary float encrypt decrypt_default -99.99)
```

```
  select salary/12 as monthly_salary from emp_benefits
    where name = 'Bill Smith'
```

如果您对此表执行 select 语句，但您没有解密权限，则将看到以下结果：

```
   monthly_salary
   ----------------------
8.332500
```

当 SAP ASE 对 select into 命令返回列的解密缺省值时，此解密缺省值会插入到目标表中。但是，目标列不会继承解密缺省属性。必须使用 alter table 对目标表指定解密缺省值。

使用 sp_checksource 以查看加密列上定义的解密缺省源文本。

7.7.4 解密缺省列和查询限定

如果在 where 子句中使用具有解密缺省属性的列，则当您不具有 decrypt 权限时，限定的求值结果为 false。

这些示例使用上述 emp 表。只有具有 hr_role 的用户才拥有 ssn 的解密权限。

- 如果您具有 hr_role 并发出以下查询，则 SAP ASE 会返回一行。

```
select name from emp where ssn = '123-456-7890'
```

```
name
------------------------------
Joe Cool
```

- 如果您不具有 hr_role，则 SAP ASE 不会返回任何行：

```
select name from emp where ssn = '123-456-7890'
```

```
name
------------------------------
(0 rows affected)
```

- 如果您具有 hr_role，并且在非加密列中包含 or 语句，则 SAP ASE 会返回相应的行：

```
select name from emp where ssn = '123-456-7890' or
name like 'Tinna%'
```

```
name
------------------------------
Joe Cool
Tinna Salt
```

- 如果您不具有 hr_role，并且发出相同的命令，则 SAP ASE 只返回一行：

```
select name from emp where ssn = '123-456-7890' or name like 'Tinna%'
```

```
name
------------------------------
Tinna Salt
```

在这种情况下，对具有解密缺省属性的加密列的限定的求值结果为 false，而对非加密列的限定会成功。
如果对加密列没有 decrypt 权限，并且对具有解密缺省值的此列发出 group by 语句，则 SAP ASE 会按解密缺省常量值分组。

相关信息

第 69 页上的“加密列过程”

7.7.5 解密缺省值和隐式授予

如果对表不具有显式或隐式权限，则 SAP ASE 会返回 decrypt default 值。

在此示例中（使用上述 emp 表），数据库所有者会创建 p_emp 过程，该过程会从数据库所有者拥有的 emp 表中进行选择：

```
   create procedure p_emp as
        select name, ssn from emp
grant exec on p_emp to corp_role
```

因为您具有 corp_role，所以您对 emp 拥有隐式 select 和 decrypt 权限。

```
   exec p_emp
```

```
   name                           ssn
   -----------------------------  -------------
   Tinna Salt                     123-45-6789
Joe Cool                       321-54-9879
```

如果 emp 表和 p_emp 存储过程已由不同的用户创建，则您必须拥有对 emp 的 select 权限，以避免权限错误。如果您具有 select 权限，但没有 decrypt 权限，则 SAP ASE 会返回 emp.ssn 的 decrypt default 值。

在下一个示例中，“joe”（该用户不具有数据库）会创建 v_emp 视图，该视图将从 emp 表中选择数据。对该视图授予的任何权限都不会隐式应用到基表。

```
   create view v_emp as
        select name, ssn from emp
   grant select on v_emp to emp_role
   grant select on emp to emp_role
grant decrypt on v_emp to emp_role
```

虽然您具有 emp_role，但是当您发出以下命令时：

```
   select * from joe.v_emp
```

因为对 dbo.emp.ssn 的 decrypt 权限尚未授予 emp_role，并且 dbo.emp.ssn 上没有对 emp_role 执行的隐式 grant，所以 SAP ASE 会返回以下结果：

```
   name                         ssn
   --------------------------   ---------------
   Tinna Salt                   000-00-0000
Joe Cool                     000-00-0000
```

7.7.6 decrypt default 和 insert、update 以及 delete 语句

decrypt default 参数不会影响 insert 和 update 语句的目标列表。如果在 update 或 delete 语句的 where 子句中使用具有解密缺省值的列，则 SAP ASE 不会更新或删除任何行。

例如，使用以前示例的 emp 表和权限时，如果您不具有 hr_role，并且发出以下查询，则 SAP ASE 不会删除用户名称：

```
   delete emp where ssn = '123-45-6789'
(0 rows affected)
```

解密缺省属性可能会间接影响应用程序插入和更新数据，尤其是具有图形用户界面 (GUI) 进程的应用程序：

1. 选择数据。
2. 允许用户更新任何数据。
3. 将更改行应用回相同的或不同的表。

如果用户对加密列没有 decrypt 权限，则应用程序会检索解密缺省值，并且可能会将未更改的解密缺省值自动写回表中。要避免使用解密缺省值覆盖有效数据，请使用检查约束来防止自动应用这些值。例如：

```
   create table customer (name char(30)),
   cc_num int check (cc_num != -1)
encrypt decrypt_default -1
```

如果用户没有 cc_num 的 decrypt 权限，并且选择了 customer 表中的数据，则会显示以下数据：

```
   name                              cc_num
   --------------------              ------------
   Paul Jones                        -1
Mick Watts                        -1
```

但是，如果用户更改了名称并更新了数据库，则应用程序会尝试从所显示的值更新所有字段，cc_num 的缺省值会导致 SAP ASE 发出错误消息 548：

```
   "Check constraint violation occurred, dbname =
   <dbname>, table name = <table_name>, constraint name =
<internal_constraint _name>"
```

设置检查约束可保护数据的完整性。要获得更好的解决方法，您可以在编写应用程序逻辑时过滤这些更新。

7.7.7 删除解密缺省值

多个命令可以删除解密缺省值。

背景信息

使用以下任何命令来删除解密缺省值：

- `drop table`
- `alter table .. modify .. drop col`
- `alter table .. modify .. decrypt`
- `alter table .. replace .. drop decrypt_default`

例如，要从 `ssn` 列删除解密缺省属性，请输入：

```
alter table emp replace ssn drop decrypt_default
```

如果您不具有 `hr_role`，并且在表所有者删除了解密缺省值之后从 `emp` 表选择，则 SAP ASE 会返回错误消息 10330。

7.8 加密列长度

在执行 `create table`、`alter table` 和 `select into` 操作的过程中，SAP ASE 计算加密列的最大内部长度。若要做出有关模式安排和页大小的决策，数据库所有者必须知道加密列的最大长度。

AES 是一种块密码算法。在块密码算法中，加密数据的长度是该加密算法中块大小的倍数。对于 AES，块大小为 128 位（即 16 字节）。因此，加密列至少占用 16 字节的空间，额外空间用于：

- 初始化矢量。如果使用初始化矢量，它会向每个加密列添加 16 字节。缺省情况下，加密过程会使用初始化矢量。若要忽略初始化矢量，请在 `create encryption key` 中指定 `init_vector null` 。
- 明文数据的长度。如果列类型是 `char`, `varchar`, `binary` 或 `varbinary`，则其数据在加密之前会添加 2 个字节的前缀。这 2 个字节表示明文数据长度。除非附加的 2 个字节导致密文占用额外的块，否则，加密列不会再占用额外的空间。
- 一个 sentinel 字节。该字节附加到密文的后面，可防止数据库系统删除尾随零。

表 1：加密列的数据类型长度

用户指定的列类型	输入数据长度	加密列类型	最大加密数据长度（无 init vector）	实际加密数据长度（无 init_vector）	最大加密数据长度（有 init vector）	实际加密数据长度（有 init vector）
`bigint`	8	`varbinary`	17	17	33	33
`unsigned bigint`	8	`varbinary`	17	17	33	33
`tinyint`, `smallint`, or `int`（有符号或无符号）	1、2 或 4	`varbinary`	17	17	33	33
`tinyint`, `smallint`, or `int`（有符号或无符号）	0（空）	`varbinary`	17	0	33	0

用户指定的列类型	输入数据长度	加密列类型	最大加密数据长度（无 init vector）	实际加密数据长度（无 init_vector）	最大加密数据长度（有 init vector）	实际加密数据长度（有 init vector）
`float, float(4), real`	4	`varbinary`	17	17	33	33
`float, float(4), real`	0（空）	`varbinary`	17	0	33	0
`float(8), double`	8	`varbinary`	17	17	33	33
`float(8), double`	0（空）	`varbinary`	17	0	33	0
`numeric(10,2)`	3	`varbinary`	17	17	33	33
`numeric (38,2)`	18	`varbinary`	33	33	49	49
`numeric (38,2)`	0（空）	`varbinary`	33	0	49	0
`char, varchar (100)`	1	`varbinary`	113	17	129	33
`char, varchar(100)`	14	`varbinary`	113	17	129	33
`char, varchar(100)`	15	`varbinary`	113	33	129	49
`char, varchar(100)`	31	`varbinary`	113	49	129	65
`char, varchar(100)`	0（空）	`varbinary`	113	0	129	0
`binary, varbinary(100)`	1	`varbinary`	113	17	129	33
`binary, varbinary(100)`	14	`varbinary`	113	17	129	33
`binary, varbinary(100)`	15	`varbinary`	113	33	129	49
`binary, varbinary(100)`	31	`varbinary`	113	49	129	65

用户指定的列类型	输入数据长度	加密列类型	最大加密数据长度（无 init vector）	实际加密数据长度（无 init_vector）	最大加密数据长度（有 init vector）	实际加密数据长度（有 init vector）
binary, varbinary(100)	0（空）	varbinary	113	0	65	0
unichar(10)	2（1 个 unichar 字符）	varbinary	33	17	49	33
unichar(10)	20（10 个 unichar 字符）	varbinary	33	33	49	49
univarchar(20)	20（10 个 unichar 字符）	varbinary	49	33	65	49
date	4	varbinary	17	17	33	33
time	4	varbinary	17	17	33	33
time	null	varbinary	17	0	33	0
smalldatetime	4	varbinary	17	17	33	33
datetime	8	varbinary	17	17	33	33
smallmoney	4	varbinary	17	17	33	33
money	8	varbinary	17	17	33	33
money	null	varbinary	17	0	33	0
bit	1	varbinary	17	17	33	33

注意

- SAP ASE 不支持 timestamp 数据类型。
- char 和 binary 被视为可变长度数据类型，在加密之前会去掉空白和零填充。解密数据时，将应用所有空白或零填充。
- 对于加密列，磁盘上的列长度将会增加，但这种增加对工具和命令不可见。例如，sp_help 仅显示原始大小。

7.9 加密列审计

您可通过 sp_audit 执行并管理加密列审计。

请参见《安全性管理指南》中的“审计”。

7.9.1 事件名和编号

可以查询特定审计事件的审计追踪。

使用 audit_event_name 并将 <event id> 作为参数。

```
audit_event_name(<event_id>)
```

有关 sysaudits 的 event 列中显示的值，请参见《安全性管理指南》中的“审计”。

7.9.2 审计密钥管理者的操作

您可审计 keycustodian_role 处于活动状态的所有操作。

背景信息

语法是：

```
sp_audit "all", "keycustodian_role", "all", "on"
```

7.10 性能注意事项

加密是一种资源密集型操作，可能会给应用程序带来性能开销，这种开销可通过 CPU 使用率以及使用加密列的命令所占用的时间来衡量。

开销的数量取决于 CPU 和 SAP ASE 引擎数量、系统上的负载、访问加密数据的并发会话数量以及查询中引用的加密列的数量。加密密钥的大小和加密数据的长度同样会影响开销。通常，密钥大小越大，数据越宽，加密操作中的 CPU 使用率就会越高。

占用时间取决于 SAP ASE 优化程序能否使用加密列。

相关信息

第 10 页上的“创建列加密密钥”
第 13 页上的“删除列加密密钥”
第 69 页上的“加密列过程”

7.10.1 加密列的索引

如果加密列的加密密钥未指定使用初始化矢量或随机填充，则可以创建该加密列的索引。

使用初始化矢量或随机填充可以对不同模式的密文进行相同的数据加密，这样可防止索引强制执行唯一性，并可防止对密文格式的数据执行等同性匹配。

加密数据的索引可用于数据的等同性匹配和非等同性匹配，但不能用于数据排序、范围搜索或查找最大和最小值。如果 SAP ASE 对加密列执行与顺序有关的搜索，它将无法对加密数据进行索引查找。相反，必须解密每个行中的加密列，然后再进行搜索。这会减慢数据处理的速度。

7.10.2 排序顺序和加密列

如果使用不区分大小写的排序顺序，则在 SAP ASE 执行与另一列的连接操作或基于常量值的搜索时，无法使用加密 `char` 或 `varchar` 列的索引。对于不区分重音的排序顺序也是如此。

例如，在不区分大小写的搜索中，字符串 `abc` 与以下范围内的所有字符串都匹配：`abc`、`Abc`、`ABc`、`ABC`、`AbC`、`aBC`、`aBc`、`abC`。SAP ASE 必须将 `abc` 与此范围内的值进行比较。相反，如果将字符串 `abc` 与列数据进行区分大小写的比较，则比较结果仅与相同的列值相匹配，即包含 `abc` 的列。不区分大小写和区分大小写的列查找之间的主要区别是：不区分大小写匹配要求 SAP ASE 执行范围搜索，而区分大小写匹配则要求 SAP ASE 执行等同性搜索。

未加密字符列的索引按照定义的排序顺序对数据进行排序。对于加密列，该索引按照密文值对数据进行排序，与明文值的顺序无关。因此，加密列的索引仅用于等同性和非等同性匹配，而不用于搜索某范围内的值。`abc` 和 `Abc` 加密为不同的密文值，且在索引中的存储位置不相邻。

当 SAP ASE 使用加密列的索引时，它会按密文格式比较列数据。对于区分大小写的数据，您不会希望 `abc` 与 `Abc` 匹配，且基于等同性匹配的密文连接或搜索最有效。SAP ASE 可以基于密文值连接列，并可有效匹配 `where` 子句值。在以下示例中，`maidenname` 列被加密：

```
select account_id from customer
     where cname = 'Peter Jones'
   and maidenname = 'McCarthy'
```

如果在加密 `maidenname` 时没有使用初始化矢量或随机填充，则 SAP ASE 将加密 `McCarthy`，并对 `maidenname` 执行密文搜索。如果 `maidenname` 有索引，则搜索将使用该索引。

7.10.3 加密列的连接

SAP ASE 在某些情况下可通过执行密文比较来优化两个加密列的连接。

- 连接的列具有相同的数据类型。对于密文比较，char 和 varchar 被视为相同的数据类型，binary 和 varbinary 也是如此。
- 对于 int 和 float 类型，各列的长度相同。对于 numeric 和 decimal 类型，各列的精度和标度必须相同。
- 相连接的列使用同一密钥加密。
- 连接的列不是表达式的一部分。例如，不能对满足以下条件的连接执行密文连接：t.encr_col1 = s.encr_col1 +1。
- 该加密密钥是通过将 init_vector 和 pad 设置为 NULL 进行创建的。
- 连接运算符为“=”或“<>”。
- 数据使用缺省的排序顺序。

以下示例会将模式设置为执行密文连接：

```
create encryption key new_cc_key for AES
        with init_vector NULL
create table customer
        (custid int,
        creditcard char(16) encrypt with new_cc_key)
create table daily_xacts
       (cust_id int, creditcard char(16) encrypt with
     new_cc_key, amount money........)
```

还可以在相连接的列上设置索引：

```
create index cust_cc on customer(creditcard)create index daily_cc on
daily_xacts(creditcard)
```

SAP ASE 执行以下 select 语句以计算客户每天使用信用卡花费的总金额，而无需解密 customer 或 daily_xacts 表中的 creditcard 列。

```
select sum(d.amount) from daily_xacts d, customer c
     where d.creditcard = c.creditcard and
   c.custid = 17936
```

7.10.4 搜索参数和加密列

对于加密列与常量值的等同性比较和非等同性比较，SAP ASE 通过仅对常量值加密一次（而不是对表中每一行的加密列都进行解密）来优化列扫描。

例如：

```
select sum(d.amount) from daily_xacts d
   where creditcard = '123-456-7890'
```

SAP ASE 无法利用索引对加密列执行范围搜索；在执行数据比较前，它必须先对每一行解密。如果查询包含其它谓词，SAP ASE 将选择最小数据集的最有效连接顺序，它通常将针对加密列的搜索放在最后。

如果您的查询包含多个范围搜索，但又没有有用的索引，请在编写查询时，使它最后对加密列执行范围搜索。以下示例搜索罗德岛州中收入超过 $100,000 的纳税人的社会保险号。其中，将 zipcode 列定位在对“调整的总收入”加密列的范围搜索之前：

```
select ss_num from taxpayers
       where zipcode like '02%' and
     agi_enc > 100000
```

参照完整性搜索

如果以下两个条件都满足，则参照完整性探查在密文级别匹配：

- 按照前面介绍的规则，主键和外键的数据类型匹配。
- 主键和外键的加密满足连接列的键要求。

7.10.5 将加密数据作为密文移动

SAP ASE 通过复制密文而不是先解密后重新加密数据的方式来复制加密数据，以尽可能实现优化。这适用于 select into 命令、批量复制和复制。

7.11 访问加密的数据

在加密列中处理数据时，SAP ASE 会自动执行加密和解密。在加密列中更新或插入数据时，SAP ASE 会对数据进行加密，而在 where 子句中选择或使用数据时，SAP ASE 会对数据进行解密。

7.11.1 加密列过程

针对加密列发出 select、insert、update 或 delete 命令时，SAP ASE 会使用与加密列关联的加密密钥自动加密或解密数据。

- 在对加密列发出 insert 或 update 时：
  - 如果您没有加密列的 insert 或 update 权限，命令将失败。
  - 如果列是使用用户指定的口令进行加密的，SAP ASE 要求该口令可用。如果尚未设置用户指定的口令，命令将失败。
  - SAP ASE 解密加密密钥。
  - SAP ASE 会使用列的加密密钥对数据进行加密。
  - SAP ASE 会将 varbinary 密文数据插入表中。
  - 完成插入或更新后，SAP ASE 会清除保存明文内容的内存。完成语句后，则会清除保存原始加密密钥的内存。

- 针对加密列中的数据发出 select 命令时：
  - 如果您没有加密列的 select 权限，命令将失败。
  - 如果加密密钥与使用用户指定口令加密的列相关联，SAP ASE 要求该口令可用。如果尚未设置用户指定的口令，select 语句将失败。否则，SAP ASE 解密加密密钥。
  - 所选数据的解密将获得成功（如果您具有列的 decrypt 权限），并且 SAP ASE 会将明文数据返回给用户。
  - 如果已对加密列声明某个解密缺省值，并且您不具有该列的 decrypt 权限，SAP ASE 将返回解密缺省值。
- 将加密列包含在 where 子句中时：
  - 如果您没有列的 decrypt 权限，而该列包括一个解密缺省值，则 where 子句谓词的求值结果为 false。
  - 如果出现下述情况，SAP ASE 会尽可能不解密数据就进行比较：
    - 在未使用初始化矢量或随机填充的情况下，where 子句连接加密列与另一使用同一密钥加密的列
    - 正在使用等于或不等于条件将列数据与常数值进行匹配

相关信息

第 79 页上的“访问带有用户口令的加密信息”
第 60 页上的“解密缺省列和查询限定”
第 66 页上的“性能注意事项”

7.11.2 解密权限

要查看或处理解密数据，用户必须具有某些权限。

用户必须拥有：

- 对目标列表以及 where、having、order by、group by 等其它此类子句中使用的列具有 select 和 decrypt 权限
- 在将 passwd<password_phrase> 子句与 create 或 alter encryption key 命令一起使用时用来对密钥进行加密的口令。

将 SAP ASE 配置为具有 restricted decrypt permission 会限制隐式解密权限。必须向表所有者显式授予 decrypt 权限才能使表所有者可以从其拥有的表的加密列中执行选择操作。存储过程的 execute 权限或视图的 select 权限不会隐式授予用户通过所有权链的底层加密数据的 decrypt 权限。用户还必须拥有基表的显式 decrypt 权限。

7.11.3 删除加密

如果您是表所有者，则可以使用带有 decrypt 选项的 alter table 删除对列的加密。

例如，要删除 customer 表中的 creditcard 列的加密，请输入：

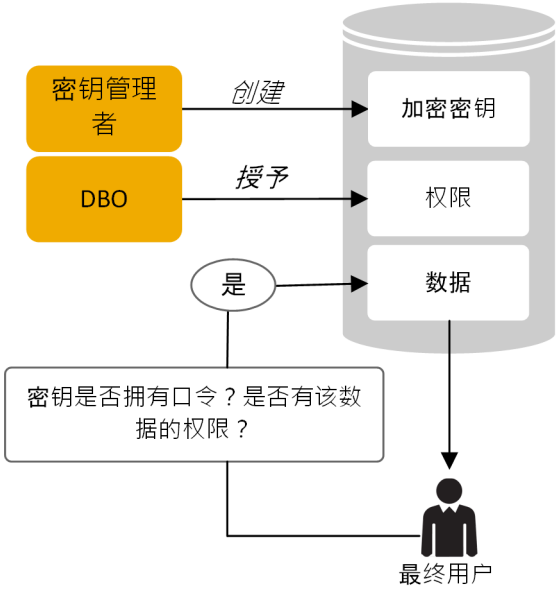
```
alter table customer modify creditcard decrypt
```

如果 creditcard 列是通过一个使用显式用户口令的密钥加密的，则需要首先设置该口令。

8 密钥管理者角色

密钥管理者（必须分配有 keycustodian_role）将维护加密密钥。使用 keycustodian_role 角色可以确保没有任何管理员具有对数据的隐式访问权限，从而分离出管理机密数据的职责。

下图说明作为模式所有者的数据库所有者可以控制访问数据的权限，但在不知道密钥口令的情况下不具有任何访问权。密钥管理者管理密钥及其口令，但对数据不具有任何权限。只有对数据具有权限并且知道加密密钥口令的限定最终用户才可能访问该数据。



系统管理员和数据库所有者不具有隐式密钥管理职责。SAP ASE 提供了系统角色 keycustodian_role，以使 SSO 不需要承担所有加密职责。密钥管理者拥有加密密钥，但是对数据不应具有显式或隐式权限。数据库所有者可通过列权限授予用户对数据的访问权，并且密钥管理者允许用户访问密钥口令。keycustodian_role 将被自动授予 sso_role，并可以由具有 sso_role 的用户授予。

密钥管理者可以执行以下操作：

- 创建和变更加密密钥。
- 将其拥有的密钥指定为数据库缺省密钥，只要该管理者同时还拥有当前缺省密钥（如果有）。
- 为指定用户设置密钥副本，使每个用户都可以通过选定的口令或登录口令访问密钥。
- 与最终用户共享密钥加密口令。
- 授予模式所有者对密钥管理者所拥有密钥的加密密钥的选择访问权。
- 创建主密钥或设置系统加密口令。
- 恢复加密密钥。
- 删除其所拥有的加密密钥。
- 更改其所拥有密钥的所有权。

您可以有多个密钥管理者，每人拥有一组密钥。密钥管理者会授予模式所有者使用 create table、alter table 和 select into 密钥的权限，还可能会对具有特权的用户公开密钥口令，或者允许用户将密钥副本与个人

口令或登录口令进行关联。密钥管理者可以与“密钥恢复者”一起工作，以便在丢失口令或出现灾难时恢复密钥。如果密钥管理者离开公司，则 SSO 可以使用 `alter encryption key` 命令将密钥所有权赋予新的密钥管理者。

相关信息

第 10 页上的“创建列加密密钥”
第 13 页上的“删除列加密密钥”

8.1 用户、角色和数据访问

加密密钥的用户指定口令可确保数据隐私受到保护，以使数据无法被系统管理员使用。

- 密钥管理者可以拥有密钥，但看不到数据。
- 数据库所有者可以拥有模式，但不拥有数据。
- 由于具有以下权限，用户可以看到并处理数据：
  - 密钥访问权，由密钥管理者授予
  - 数据访问权，由表所有者授予

角色	是否可以创建加密密钥？	是否可以在模式定义中使用密钥？	是否可以解密已加密的数据？
`sso_role`	可以	不能，需要 `create table` 权限	不可以。具有角色的用户可能知道口令，但是需要对表的 select 权限（SSO 具有隐式解密权限）。
`sa_role`	不能，需要 `create encryption key` 权限	可以，但必须授予对密钥的 `select` 权限	不可以，需要知道口令
`keycustodian_role`	是	不能，需要 `create table` 权限	不可以。具有角色的用户可能知道口令，但是需要对表或列的 `decrypt` 和 `select` 权限。
数据库所有者或模式所有者	不能，需要 `create encryption key` 权限	可以，但必须授予对密钥的 `select` 权限	不可以，需要知道口令。
用户	否	否	可以，但必须被授予 `decrypt` 或 `select` 权限，并且知道密钥的口令。

9 使用用户指定的口令保护密钥

使用 `create encryption key` 将口令与密钥进行关联。

语法是：

```
create encryption key [[db.][owner].]keyname  [as default]
    [for <algorithm_name>]
    [with {[keylength num_bits]
  [passwd '<password_phrase>']
    [init_vector {NULL | random}]
  [pad {NULL | random}]}]
```

其中，`<password_phrase>` 是带引号的字母数字字符串，其长度最多为 255 个字节，SAP ASE 将使用它来生成密钥加密密钥 (KEK)。

SAP ASE 不会保存用户指定的口令。它会将称为“salt”的一组验证字节保存在 `sysencryptkeys.eksalt` 中，这使 SAP ASE 能够识别在后续加密或解密操作中所使用的口令对密钥是否合法。您必须向 SAP ASE 提供口令，然后才能访问由 `keyname` 加密的任何列。

当您创建加密密钥时，它在 `sysencryptkeys` 表中的条目称为基本密钥。对于某些用户和应用程序，由主密钥、系统加密口令或显式口令加密的基本密钥已足够。任何显式口令均在需要访问密钥的用户之间共享。此外，还可以为其他用户和应用程序创建密钥副本。每个密钥副本可以由单个口令加密，并作为单个行存储在 `sysencryptkeys` 中。加密密钥始终由一个基本密钥和零个或多个密钥副本来表示。

此示例说明如何对密钥使用口令，以及密钥管理者在设置加密时的作用。密钥的口令将在有处理加密数据业务需要的所有用户之间共享。

1. 密钥管理者“razi”创建了加密密钥：

   ```
   create encryption key key1
        with passwd 'Worlds1Biggest6Secret'
   ```

2. “razi”对所有需要访问加密数据的用户分发了口令。
3. 每个用户都需要输入口令后才能处理包含加密列的表：

   ```
   set encryption passwd 'Worlds1Biggest6Secret'
        for key razi.key1
   ```

4. 如果由于未经授权的用户获得对口令的访问权而使密钥的安全性受到威胁，“razi”会改变密钥以更改口令。

相关信息

第 19 页上的“使用用户指定口令保护密钥”

9.1 更改密钥的保护方法

可以使用 alter encryption key 命令来更改加密密钥的保护方法。

语法是：

```
alter encryption key [[<database>.database][<owner>].] <keyname>
    [with {passwd {'old_passwd' | system_encr_passwd
        | login_passwd} | master key}]
    modify encryption
    [with [{passwd {'old_passwd' | system_encr_passwd | login_passwd}
      | master key}] [[no] dual_control]]
```

其中：

- <keyname> – 标识列加密密钥。
- with passwd '<old_password>' – 指定以前使用 create encryption key 或 alter encryption key 语句指定以用于加密基本密钥或密钥副本的用户定义口令。该口令长度最多可以是 255 个字节。如果不对基本密钥指定 with passwd，则缺省值为主密钥或系统加密口令。
- with passwd '<new_password>' – 指定 SAP ASE 用于加密列加密密钥或密钥副本的新口令。该口令长度最多可以是 255 个字节。如果不指定 with passwd，并且您要加密基本密钥，则缺省值为 system_encr_passwd。
- system_encr_passwd – 是缺省加密口令。如果已经存在一个或多个密钥副本，则无法修改基本密钥以使用系统加密口令对它进行加密。在密钥管理者已经设置了加密密钥以使单个用户使用受限制之后，此限制可防止密钥管理者无意中将加密密钥暴露给访问的管理员。您无法修改密钥副本以使用系统加密口令进行加密。
- <login_passwd> – 是当前会话的登录口令。您无法修改基本密钥，以使用 <login_password> 进行加密。用户可以修改自己的密钥副本，以使用自己的登录口令进行加密。
- master key – 在第一个实例中，它表示当前加密使用主密钥。在第二个实例中，它表示必须使用主密钥对 KEK 或 CEK 重新加密。

示例 1：在此示例中，由于口令受到安全威胁，或者由于知道口令的用户离开了公司，密钥管理者变更了基本密钥。

1. 密钥管理者“razi”创建了加密密钥：

   ```
   create encryption key key1
        with passwd 'MotherOfSecrets'
   ```

2. “razi”与需要处理加密数据（不涉及密钥副本）的“joe”和“bill”共享基本密钥的口令。
3. “joe”离开了公司。
4. “razi”更改了加密密钥的口令，然后与“bill”和“pete”（“joe”的继任者）共享该口令。因为基本密钥并未更改，只更改了密钥的保护方式，所以数据不需要重新加密。以下语句使用旧口令解密 key1，并使用新口令对它进行重新加密：

   ```
   alter encryption key key1
       with passwd 'MotherOfSecrets'
       modify encryption
       with passwd 'FatherOfSecrets'
   ```

示例 2：使用主密钥来加密现有 CEK“k2”：

```
alter encryption key k2
        with passwd 'goodbye'
```

```
        modify encryption
      with master key
```

示例 3：重新加密当前用主密钥加密的现有 CEK“k3”，以便使用双控制：

```
alter encryption key k3
        modify encryption
        with master key
      dual_control
```

> **注意**
>
> 在本例中，您可以省略 `with master key` 以实现相同加密。

示例 4：重新加密当前用主密钥和口令“k4_password”加密的现有 CEK“k4”，以便删除双控制。CEK 及其所有密钥副本均由从“k4_new_password”派生的单个密钥控制：

```
alter encryption key k4
        with passwd 'k4_password'
        modify encryption
        with passwd 'k4_new_password'
      no dual_control
```

示例 5：加密当前用主密钥加密的现有 CEK“k5”，以便使用通过主密钥和口令“k5_password”加密的双控制：

```
alter encryption key k5
        modify encryption
        with passwd 'k5_password'
      dual_control
```

示例 6：加密 CEK 以便通过主密钥和口令“k6_password”进行双控制：

```
create encryption key k6
        with passwd 'k6_password'
      dual_control
```

为用户“ned”加密其 CEK“k6”的现有密钥副本（当前已使用通过主密钥和口令“k6_password”进行的双控制对该副本进行加密），以便通过主密钥和口令“k6_ned_password”进行双控制：

```
alter encryption key k6
        with passwd 'k6_password'
        add encryption
        with passwd 'k6_ned_password'
      for user ned
```

> **注意**
>
> 用户“ned”无法更改他的密钥副本的双控制属性。

示例 7：加密当前用主密钥和双主密钥加密的 CEK“k7”，以便使用系统加密口令：

```
alter encryption key k7
        modify encryption
        with passwd system_encr_passwd
      no dual control
```

相关信息

第 20 页上的“使用双控制保护加密密钥”

9.2 创建密钥副本

密钥管理者可能需要使密钥的副本对必须将数据装载到加密列或数据库中的管理员或操作员暂时可用。由于该操作员在其它情况下不具有访问加密数据的权限，因此他或她不应具有对密钥的永久访问权。

可以使密钥副本对单个用户可用，如下所示：

- 密钥管理者使用 `create encryption key` 创建带用户定义口令的密钥。此密钥称为基本密钥。
- 密钥管理者使用 `alter encryption key` 将基本密钥的副本指派给具有单独口令的单个用户。

此语法说明如何为指定用户添加使用显式口令加密的密钥：

```
alter encryption key [<database>.[ <owner> ].]<key>
      with passwd '<base_key_password>'
      add encryption with passwd '<key_copy_password>'
      for <user_name> ''
```

其中：

- `<base_key_password>` – 是用于加密基本密钥的口令，可能只有密钥管理者知道。该口令长度最多可以是 255 个字节。SAP ASE 使用第一个口令来解密基本列加密密钥。
- `<key_copy_password>` – 用于加密密钥副本的口令。该口令长度不能大于 255 个字节。SAP ASE 会创建解密基本密钥的副本，使用从 `<key_copy_password>` 派生的密钥加密密钥对该副本进行加密，并在 `sysencryptkeys` 中将加密基本密钥副本保存为新行。
- `<user_name>` – 标识为其创建密钥副本的用户。对于给定密钥，每个拥有密钥副本的用户在 `sysencryptkeys` 中都包含一行，由其用户 ID (`uid`) 标识。
- 密钥管理者会根据需要通过专用口令访问的用户的数量添加密钥副本。
- 用户可以改变其加密密钥副本，以使用不同的口令对它进行加密。

以下示例说明如何使用加密列来设置和使用密钥副本:

1. 密钥管理者“razi”使用用户指定口令创建基本加密密钥：

   ```
   create encryption key key1 with passwd 'WorldsBiggestSecret'
   ```

2. “razi”将 `key1` 的 `select` 权限授予数据库所有者以创建模式：

   ```
   grant select on key key1 to dbo
   ```

3. 数据库所有者创建模式，并将表和列级访问权授予“bill”：

   ```
   create table employee (empname char(50), emp_salary money encrypt with
        razi.key1, emp_address varchar(200))
        grant select on employee to bill
        grant decrypt on employee(emp_salary) to bill
   ```

4. 密钥管理者为“bill”创建密钥副本，并将其密钥副本的口令提供给“bill”。只有密钥管理者和“bill”才知道此口令。

```
alter encryption key key1 with passwd 'WorldsBiggestSecret'
     add encryption with passwd 'justforBill'
     for user 'bill'
```

5. 当“bill”访问 `employee.emp_salary` 时，他会先提供其口令：

```
set encryption passwd 'justforBill' for key razi.key1
     select empname, emp_salary from dbo.employee
```

当 SAP ASE 密钥时，它会查找该用户的密钥副本。如果给定用户不存在副本，则 SAP ASE 会假定用户想访问基本密钥。

> **注意**
>
> 如果为数据库中的用户分配了加密密钥副本，若用户已激活 sa_role，则无法访问密钥副本。要访问密钥副本，请勿激活 sa_role。

9.3 更改密钥副本的口令

一旦为用户分配了密钥副本，该用户即可使用 `alter encryption key` 来修改密钥副本的口令。

此示例显示已分配有密钥副本的用户如何变更副本，以通过其个人口令来访问数据：

- 密钥管理者“razi”为“bill”设置现有密钥的密钥副本，并使用临时口令对它进行加密：

```
alter encryption key key1 with passwd 'MotherOfSecrets'
     add encryption with passwd 'just4bill' for user bill
```

- “razi”通过 `key1` 将自己的数据访问口令发送给“bill”。
- “bill”为其密钥副本分配专用口令：

```
alter encryption key razi.key1 with passwd 'just4bill'
     modify encryption with passwd 'billswifesname'
```

只有 “bill” 才能更改其密钥副本的口令。当“bill”输入上述命令后，SAP ASE 会验证“bill”的密钥副本是否存在。如果“bill”的密钥副本不存在，SAP ASE 会假定用户要尝试修改基本密钥的口令，并发出错误消息：

```
Only the owner of object '<keyname>' or a user with      sso_role can run this
command.
```

不能为用户“guest”创建密钥副本以用于登录关联。

9.4 访问带有用户口令的加密信息

您必须提供加密密钥的口令才能在 insert、update、delete、select、alter table 或 select into 语句中加密或解密数据。

如果系统加密口令保护了加密密钥，则您无需提供系统加密口令，因为 SAP ASE 已经可以访问该口令。同样，如果使用您的登录口令加密了您的密钥副本，则在您保持登录到服务器上的同时，SAP ASE 可以访问此口令。对于使用显式口令加密的密钥，必须先在您的会话中设置该口令，然后才能使用以下语法执行加密或解密列的任何命令：

```
set encryption passwd '<password_phrase>'
  for {key | column} {<keyname> | <column_name>}
```

其中：

- <password_phrase> – 是使用 create encryption key 或 alter encryption key 命令指定的显式口令，用于保护密钥。
- key – 表示当访问由命名密钥加密的任何列时，SAP ASE 将使用此口令解密密钥
- <keyname> – 可作为完全限定名提供。例如：

  ```
  [[<database>.][<owner>].]<keyname>
  ```

- column – 指定 SAP ASE 只在加密或解密命名列的上下文中使用此口令。最终用户不必知道加密给定列的密钥的名称。
- <column_name> – 要设置加密口令的列的名称。<column_name> 提供为：

  ```
  [[ <database>.][ <owner> ]. ]<table_name>.<column_name>
  ```

需要访问由显式口令加密的密钥的每个用户都必须提供该口令。SAP ASE 会以加密形式将口令保存在用户会话的内部上下文中。SAP ASE 会通过用零覆盖内存，在会话结束时从内存中删除密钥。

此示例说明当 SAP ASE 必须加密或解密数据时，如何确定口令。它假定 employee 和 payroll 表中的 ssn 列是使用 key1 加密的，如以下简化的模式创建语句中所示：

```
  create encryption key key1 with passwd "Ynot387"
  create table employee (ssn char (11) encrypt with key1, ename char(50))
create table payroll (ssn char(11) encrypt with key1, base_salary float)
```

1. 密钥管理者与“susan”共享访问 employee.ssn 所需要的口令。他不需要公开密钥的名称即可实现此目的。
2. 如果 Susan 对 employee 具有 select 和 decrypt 权限，则她可以使用提供给她的 employee.ssn 的口令选择员工数据：

   ```
   set encryption passwd "Ynot387" for column employee.ssn
        select ename from employee where ssn = '111-22-3456'
   ```

   ```
   ename
   ----------------------
   Priscilla Kramnik
   ```

3. 如果“susan”在没有指定 payroll.ssn 口令的情况下尝试从 payroll 中选择数据，则以下 select 将失败（即使“susan”对 payroll 具有 select 和 decrypt 权限）：

```
select base_salary from payroll where ssn = '111-22-3456'
```

```
You cannot execute 'SELECT' command because the user encryption password
has not been set.
```

要避免此错误，“susan”必须先输入以下命令：

```
set encryption passwd "Ynot387" for column payroll.ssn
```

密钥管理者可能会选择在列名称的基础上而不是在密钥名称的基础上共享口令，以避免在应用程序代码中出现用户硬编码密钥名称，而这会使得数据库所有者很难更改用于加密数据的密钥。但是，如果一个密钥用于加密若干列，则一次性输入口令会使得加密很方便。例如：

```
set encryption passwd "Ynot387" for key key1
select base_salary from payroll p, employee e
     where p.ssn = e.ssn
      and e.ename = "Priscilla Kramnik"
```

如果一个密钥用于加密若干列，并且用户要为列设置口令，则该用户需要为所有要处理的列设置口令。例如：

```
set encryption passwd 'Ynot387' for column payroll.ssn
set encryption passwd 'Ynot387' for column employee.ssn
select base_salary from payroll  p, employee e
     where p.ssn = e.ssn
   and e.ename = 'Priscilla Kramnik'
```

如果为列设置了口令，然后在密钥级别为加密列的密钥设置口令，则 SAP ASE 会放弃与该列关联的口令，并保留密钥级别的口令。如果输入了相同密钥或列的两个连续条目，则 SAP ASE 只保留最新条目。例如：

1. 如果列 employee.ssn 的正确口令为“Ynot387”，而用户错误地键入了“Unot387”：

```
set encryption passwd "Unot387"
     for column employee.snn
```

2. 然后用户重新输入了正确的口令，则 SAP ASE 仅保留第二个条目：

```
set encryption passwd "Ynot387"
     for column employee.ssn
```

3. 如果现在用户在密钥级别输入了相同的口令，则 SAP ASE 仅保留最后一个条目：

```
set encryption passwd "Ynot387" for key key1
```

4. 如果现在用户在列级别输入了相同的口令，但由于 SAP ASE 已经在密钥级别具有此口令，因此它会放弃此条目：

```
set encryption passwd "Ynot387"
     for column payroll.ssn
```

如果存储过程或触发器引用了由用户指定口令加密的数据，则必须先设置加密口令，然后才能执行过程或引发触发器的语句。

> **注意**
>
> SAP 建议不要在触发器或过程中放置 `set encryption passwd` 语句；这可能会导致通过 `sp_helptext` 意外暴露口令。此外，当更改口令时，硬编码口令还需要更改过程或触发器。

相关信息

第 69 页上的“加密列过程”

9.5 使用密钥副本登录口令的应用程序透明度

密钥管理者可以使用用户登录口令来设置用于加密的密钥副本，这样提供了以下的好处：使用方便、安全性更高、开销更低和应用程序透明度。

- 使用方便 – 其登录口令与密钥相关联的用户可以在不提供口令的情况下访问加密数据。
- 安全性更高 – 用户需要跟踪的口令更少，减小了写下口令的可能性。
- 降低了密钥管理者的管理开销 – 密钥管理者无需对每个需要通过专用口令访问密钥的用户手动分发临时口令。
- 应用程序透明度 – 应用程序不需要提示输入口令来处理加密数据。现有应用程序可以利用措施来保护数据隐私，以使数据无法被管理员使用。

要使用用户的登录口令加密密钥副本，请使用以下命令：

```
alter encryption key [[<database>.][<owner>].]<keyname>
  with passwd '<base_key_password>'
  add encryption for user '<user_name>' for login_association
```

其中，`login_association` 会提示 SAP ASE 为命名用户创建密钥副本，它会在稍后使用该用户的登录口令加密此副本。使用登录口令加密密钥副本需要执行以下两个步骤：

1. 通过使用 `alter encryption key`，密钥管理者会为每个需要通过登录口令访问密钥的用户创建密钥副本。SAP ASE 将信息添加到密钥副本，以将密钥副本与给定用户安全地进行关联。将使用从主密钥或系统加密口令（不存在主密钥时）派生的密钥临时加密标识信息和密钥。密钥副本会保存在 `sysencryptkeys` 中。
2. 当用户处理需要密钥查找的数据时，SAP ASE 会说明为此用户标识的加密密钥的副本已经准备好进行登录口令关联。通过使用主密钥或系统加密口令来解密密钥副本中的信息，SAP ASE 会验证与密钥副本关联的用户信息是否符合用户登录凭据，并使用从已提供给会话的用户登录口令派生的 KEK 来加密该密钥副本。

当使用 `alter encryption key` 密钥为 `login_association` 添加密钥副本时，必须能够使用主密钥或系统加密口令加密该密钥副本。系统加密口令必须仍可供 SAP ASE 用来在用户登录时解密密钥副本。在 SAP ASE 使用用户的登录口令重新加密密钥副本之后，将不再需要系统加密口令。

> **注意**
>
> 您必须使用缺省的 SAP ASE 鉴定方法与 `syslogins` 以访问使用登录口令的密钥副本。如果将用户的密钥副本添加到 `login association` 参数中，则通过外部服务（例如 LDAP 或 Kerberos）的用户验证在访问密钥时会出错。

以下示例使用用户的登录口令来加密用户加密密钥 key1 的副本：

1. 密钥管理者“razi”创建了加密密钥：

```
create encryption key key1 for AES
     with passwd 'MotherofSecrets'
```

2. “razi”为用户“bill”创建 key1 的副本，最初会使用主密钥或系统加密口令加密该副本，但最终由“bill”的登录口令对该副本进行加密：

```
alter encryption key key1 with
     passwd 'MotherofSecrets'
     add encryption
     for user 'bill'
     for login_association
```

3. SAP ASE 会使用主密钥或系统加密口令来加密密钥和标识“bill”密钥副本的信息的组合，并将结果存储在 sysencryptkeys 中。
4. “bill”登录到 SAP ASE 并处理数据，需要使用 key1。例如，如果 emp.ssn 由 key1 加密：

```
select * from emp
```

   SAP ASE 认识到它必须使用“bill”的登录口令来加密其 key1 的副本。SAP ASE 使用主密钥或系统加密口令来解密步骤 4 中保存的密钥值数据。它会验证该信息是否符合当前登录凭据，然后使用从“bill”的登录口令生成的 KEK 来加密 key1 的密钥值。
5. 在后续登录过程中，当“bill”处理由 key1 加密的列时，SAP ASE 会通过使用“bill”的登录口令（SAP ASE 可通过“bill”的内部会话上下文获得该口令）解密 key1 来直接访问该密钥。
   化名为“bill”的用户无法访问由 key1 加密的数据，因为他们自己的登录口令无法解密 key1。
6. 当“bill”失去处理机密数据的权限时，密钥管理者会删除“bill”对密钥的访问权限：

```
alter encryption key key1
     drop encryption
     for user 'bill'
```

用户可以使用带有 with passwd login_passwd 子句的 alter encryption key 直接使用登录口令加密密钥副本。但是，使用此方法对于登录关联具有以下缺点：

- 密钥管理者必须向用户提供密钥副本首次分配的口令。
- 用户必须发出 alter encryption key 才能使用登录口令重新加密密钥副本。

例如：

- “razi”为用户“bill”添加由显式口令加密的密钥副本：

```
alter encryption key key1
     with passwd 'MotherofSecrets'
add encryption with passwd 'just4bill'
     for user bill
```

- “razi”会与“bill”共享密钥副本的口令。
- “bill”为了其自身方便，决定使用他的登录口令来加密其密钥副本：

```
alter encryption key key1 with passwd "just4bill" modify encryption with
passwd login_passwd
```

- 现在，当“bill”处理加密列时，SAP ASE 会通过“bill”的登录口令访问他的密钥副本。

9.6 登录口令更改和密钥副本

如果您拥有由一个或多个密钥的登录口令加密的密钥副本，则不需要在更改登录口令后修改密钥副本。`alter login` 会使用您的旧登录口令解密您的密钥副本，然后使用新登录口令对它们进行重新加密。

如果 SSO 使用 `alter login` 来更改您的口令，则 `alter login` 会删除您的密钥副本。这可防止管理员通过已知口令获得对密钥的访问权。在此类强制口令更改之后，密钥管理者必须使用 `alter encryption key` 为更改了口令的用户添加 `login_association` 的密钥副本。`alter login` 会忽略脱机数据库，并且对于存储在脱机数据库中的密钥，当数据库恢复到联机时，密钥管理者会按照步骤来恢复丢失的密钥副本口令。

在使用 `-p` 标志启动服务器之后，当更改了用户口令时，密钥管理者可能还需要执行这些步骤。如果使用 `-p` 标志的 SSO 还可以通过密钥副本（使用其登录口令进行加密）对密钥进行访问，则密钥管理者必须删除并重新创建 SSO 的密钥副本。

相关信息

第 84 页上的“登录口令丢失”

9.7 删除密钥副本

当用户更换工作或离开公司后，密钥管理者应删除该用户的密钥副本。

背景信息

语法是：

```
alter encryption key <keyname>
  drop encryption for user <user_name>
```

例如，如果用户“bill”离开了公司，则密钥所有者可以通过删除其密钥副本来防止“bill”访问 `key1`：

```
alter encryption key key1
  drop encryption for user bill
```

因为不需要密钥解密，所以对于此命令，SAP ASE 不需要口令。

`drop encryption key` 将删除基本密钥及其所有副本。

10 从丢失的口令中恢复密钥

密钥管理者可以恢复密钥与丢失的口令，并管理加密密钥的所有权。

相关信息

第 22 页上的“创建主密钥副本”

10.1 密钥副本的口令丢失

如果用户丢失了加密密钥的口令，则密钥管理者必须先删除该用户的加密密钥副本，然后将该加密密钥的另一个副本随新口令发送给该用户。

在此示例中，密钥管理者将 `key1` 的副本分配给“bill”，然后“bill”将其 `key1` 的口令更改为只有他自己知道的口令。在丢失口令之后，“bill”从密钥管理者处请求新的密钥副本。

1. 密钥管理者删除了 Bill 的密钥副本：

```
alter encryption key key1
     drop encryption for user bill
```

2. 密钥管理者为用户“bill”创建了新的 `key1` 副本，并为“bill”提供了口令：

```
alter encryption key key1
     with passwd 'MotherofSecrets'
     add encryption with passwd 'over2bill'
     for user bill
```

3. “bill”将自动具有可更改其 `key1` 的副本的权限：

```
alter encryption key key1
     with passwd 'over2bill'
     modify encryption
     with passwd 'billsnupasswd'
```

10.2 登录口令丢失

如果一个用户具有由他或她登录口令加密的密钥副本，但丢失了登录口令，则密钥管理者可以恢复用户的访问权。

例如，如果“bill”具有由其登录口令加密的密钥副本，但丢失了他的登录口令，您可以使用以下步骤恢复他对加密密钥的访问权限：

1. SSO 使用 `alter login` 向“bill”发出一个新登录口令。SAP ASE 会删除分配给“bill”以用于登录关联的任何密钥副本，或者已经由“bill”的登录口令加密的密钥副本。
2. 密钥管理者会遵循常规过程，按照登录关联设置密钥加密。他必须确保已设置主密钥或系统加密口令，然后创建“bill”的密钥副本：

   ```
   alter encryption key k1
        with passwd 'masterofsecrets'
        add encryption for bill
        for login_association
   ```

   此步骤假定密钥管理者仍然知道基本密钥的口令。如果不知道密钥的加密口令，则密钥管理者必须先执行密钥恢复过程。
3. “bill”下次访问由 `k1` 加密的数据时，SAP ASE 会使用“bill”的新登录口令重新加密“bill”的密钥副本。例如，如果 `emp_salary` 由密钥 `k1` 加密，则以下语句会自动使用 “bill” 的登录口令重新加密他的密钥副本：

   ```
   select emp_salary from emp
        where name like 'Prisicilla%'
   ```

相关信息

第 83 页上的“登录口令更改和密钥副本”

10.3 基本密钥口令丢失

如果基本密钥口令丢失，则密钥管理者可以使用密钥恢复。密钥恢复很重要，因为如果没有口令，密钥管理者就无法更改密钥的口令或者添加密钥副本。

如果所有用户共享通过基本密钥对数据的访问权，并且一个用户忘记了口令，则该用户可以从其他用户或密钥管理者处获得口令。如果没有人记住口令，则对数据的所有访问权都将丢失。因此，SAP ASE 建议您通过创建可用于恢复的基本密钥副本来备份密钥。此副本称为“密钥恢复副本”。

密钥管理者应该执行以下操作：

- 指定一个用户作为密钥恢复者。密钥恢复者的职责是记住密钥恢复副本的口令。
- 为密钥恢复者建立基本密钥的副本。在灾难之后需要恢复的每个密钥都必须具有密钥恢复副本。

10.4 密钥恢复命令

SAP ASE 不允许通过恢复密钥副本访问数据。密钥恢复副本的存在只是为了提供用于访问基本密钥的备份。

使用以下命令设置恢复密钥副本：

```
   alter encryption key <keyname> with passwd <base_key_passwd>
add encryption with passwd <recovery_passwd>
```

```
for user <key_recovery_user> for recovery
```

其中：

- <base_key_passwd> – 是密钥管理者分配给基本密钥的口令。
- <recovery_passwd> – 是用于保护密钥恢复副本的口令。
- <key_recovery_user> – 对其分配了记住密钥恢复口令职责的用户。

在设置密钥恢复副本之后，密钥管理者会与密钥恢复用户共享口令，密钥恢复用户可以使用以下命令改变口令：

```
alter encryption key <keyname> with passwd <old_recovery_passwd>
  modify encryption with passwd <new_recovery_passwd> for recovery
```

在密钥恢复过程中，密钥恢复用户会告诉密钥管理者关于密钥恢复副本的口令。密钥管理者会使用以下命令来恢复对基本密钥的访问权：

```
alter encryption key <keyname> with passwd <recovery_key_passwd>
  recover encryption with passwd <new_base_key_passwd>
```

其中：

- <recovery_key_passwd> – 是与密钥恢复副本相关联的口令，由恢复密钥用户与密钥管理者共享。SAP ASE 会使用 <recovery_key_passwd> 来解密密钥恢复副本以访问原始密钥。
- <new_base_key_passwd> – 是用于加密原始密钥的口令。SAP ASE 会使用结果来更新 sysencryptkeys 中的基本密钥行。

以下示例显示了如何设置恢复密钥副本，并在丢失口令之后将它用于密钥恢复：

1. 密钥管理者将创建由口令保护的新加密密钥。

   ```
   create encryption key key1 for AES
        passwd 'loseitl8ter'
   ```

2. 密钥管理者会为用户“charlie”添加 key1 的加密密钥恢复副本。

   ```
   alter encryption key key1 with passwd 'loseitl8ter'
        add encryption
        with passwd 'temppasswd'
        for user charlie
        for recovery
   ```

3. “Charlie”为该恢复副本分配不同的口令，并将此口令保存在锁住的抽屉中：

   ```
   alter encryption key key1
        with passwd 'temppasswd'
        modify encryption
        with passwd 'finditl8ter'
        for recovery
   ```

4. 如果密钥管理者丢失基本密钥的口令，则他可以从“charlie”处获得该口令，并使用以下命令从恢复副本恢复基本密钥：

   ```
   alter encryption key key1
        with passwd 'finditl8ter'
        recover encryption
        with passwd 'newpasswd'
   ```

现在，密钥管理者会通过共享基本密钥口令或者通过删除和添加密钥副本（在发生人员变动的情况下），与其他用户共享对 key1 的访问权。

10.5 更改加密密钥的所有权

SSO 能够将密钥所有权移交给命名用户。更改所有权可能会发生在正常业务期间，或者发生在密钥恢复过程中。

当此命令由 SSO 执行时，会将密钥所有权移交给命名用户：

```
alter encryption key  [[<database>.][<owner>].]<keyname>
   modify owner <user_name>
```

其中，<user_name> 是新密钥所有者的名称。此用户必须是已在其中创建密钥的数据库中的用户。

例如，如果“razi”是密钥管理者且拥有密钥 encr_key，但他将被名为“tinnap”的新密钥管理者取代，则可以使用以下命令更改密钥所有权：

```
alter encryption key encr_key modify owner tinnap
```

只有 SSO 或密钥所有者可以运行此命令。如果新所有者已具有密钥副本，则将显示：

```
A copy of key encr_key already exists for user tinnap
```

已具有常规密钥副本或恢复密钥副本的用户无法成为该密钥的新所有者。SAP ASE 不允许为密钥所有者建立密钥副本。

如果以前的密钥所有者已授予对密钥的任何权限，则 sysprotects 系统表中的授权者用户 ID 将更改为该密钥的新所有者的用户 ID。所有者更改会立即生效；新所有者无需重新登录便可使更改生效。

法律角度的重要免责声明

编码示例

本文档中包含的任何软件代码和/或代码行/字符串（简称“代码”）仅为示例，并非供在生产性系统环境中使用的。代码的目的仅在于提供更好的解释和可视化特定编码的语法和句法规则。SAP 不担保本文档中所提供的代码的正确性和完整性，并且 SAP 对于由使用代码造成的错误或损害概不负责，除非损害是由 SAP 故意或重大过失造成的。

可接入性

SAP 文档中包含的信息代表 SAP 在文档发布之日对可接入性标准的当前观点，完全不是针对如何确保软件产品的可接入性方面的具有约束力的准则。SAP 特别排除针对本文档的任何责任。但是，本免责声明不适用于 SAP 存在有意过错行为或重大过失的情况。此外，本文档不形成任何直接或间接的合同义务或承诺。

性别中立语言

SAP 文档尽可能做到性别中立。依据上下文，或直接用“您”称呼读者，或使用性别中立的名词（诸如：销售人员或工作日）。但是，如果需要提及两种性别的成员，而又无法避免使用第三人称单数形式或不存在性别中立的名词，SAP 保留使用名词和代词的阳性形式的权利。这是为确保文档易于理解。

互联网超链接

SAP 文档中可能包含指向互联网的超链接。这些超链接意在用做查找相关信息的指引。SAP 不保证此相关信息的可得性和正确性或此信息符合特定需求的能力。对于使用相关信息造成的损害，SAP 不应承担任何责任，除非损害是由于 SAP 的重大过失或有意过错行为造成的。至于链接的分类，请参阅：http://help.sap.com/disclaimer。

go.sap.com/registration/contact.html