

# 虚谷数据库 V12.8

## SQLServer 数据迁移指南

文档版本 01

发布日期 2025-04-15



版权所有 © 2025 成都虚谷伟业科技有限公司。

## 声明

未经本公司正式书面许可，任何企业和个人不得擅自摘抄、复制、使用本文档中的部分或全部内容，且不得以任何形式进行传播。否则，本公司将保留追究其法律责任的权利。

用户承诺在使用本文档时遵守所有适用的法律法规，并保证不以任何方式从事非法活动。不得利用本文档内容进行任何侵犯他人权益的行为。

## 商标声明



为成都虚谷伟业科技有限公司的注册商标。

本文档提及的其他商标或注册商标均非本公司所有。

## 注意事项

您购买的产品或服务应受本公司商业合同和条款的约束，本文档中描述的部分产品或服务可能不在您的购买或使用范围之内。由于产品版本升级或其他原因，本文档内容将不定期进行更新。

除非合同另有约定，本文档仅作为使用指导，所有内容均不构成任何声明或保证。

## 成都虚谷伟业科技有限公司

地址：四川省成都市锦江区锦盛路 138 号佳霖科创大厦 5 楼 3-14 号

邮编：610023

网址：[www.xugudb.com](http://www.xugudb.com)

# 前言

## 概述

本文档规定了虚谷数据库针对 SQLServer 应用迁移服务具备的服务能力，覆盖迁移评估、业务改造、迁移执行、运维优化。适用于 SQLServer 数据库各版本应用迁移服务的评价与指导，可供用户组织参考。

## 读者对象

本文档主要适用于以下用户：

- 数据库开发人员
- 数据库维护人员
- 数据库管理员

## 符号约定

在本文中可能出现下列标志，它们所代表的含义如下。

符号	说明
 <b>注意</b>	用于传递设备或环境安全警示信息，若不避免，可能会导致设备损坏、数据丢失、设备性能降低或其它不可预知的结果。
 <b>说明</b>	对正文中重点信息的补充说明。“说明”不是安全警示信息，不涉及人身、设备及环境伤害信息。

## 修改记录

文档版本	发布日期	修改说明
01	2025-04-15	第一次正式发布

# 目录

1	迁移概述	1
2	迁移系统评估	2
2.1	软硬件环境信息	2
2.2	统计 SQLServer 数据库基础信息	2
2.3	业务系统统计信息	5
2.3.1	业务框架信息	5
2.3.2	业务运行信息	6
3	迁移方案	7
4	迁移准备	9
4.1	环境准备	9
4.2	工具准备	11
5	迁移操作	13
5.1	数据迁移	13
5.1.1	迁移步骤	13
5.1.2	兼容转换	13
5.1.3	默认数据类型映射	14
5.2	对象迁移	16
5.2.1	特定对象改写	16
5.2.2	对象管理	18
5.3	应用迁移	20
6	迁移结果统计	23
7	迁移验证	26
7.1	一致性校验	26
7.2	系统验证	27
7.2.1	系统测试	27
7.2.2	系统优化	29

---

7.2.3	业务割接	30
8	迁移总结	31
9	常见问题	32
9.1	数据库连接失败	32
9.2	SQL 命令失效报错	32

# 1 迁移概述

SQLServer 是由 Microsoft 开发和推广的关系数据库管理系统（RDBMS）。它最初是由 Microsoft、Sybase 和 Ashton-Tate 三家公司共同开发的，并于 1988 年推出了第一个 OS/2 版本。

虚谷数据库是完全自有（非基于开源数据库源码改造）的国产数据库管理系统，在系统体系架构、部署应用方面存在差异，某些语法层需要进行转换，虚谷数据库针对 SQLServer 语法使用做了大量的兼容性研发，但并不能完全兼容 SQLServer。虚谷数据库提供了自研的数据迁移工具，能完成 SQLServer 数据库的表结构、数据、约束、索引等对象的自动化迁移，针对一些 SQLServer 非兼容项，需要 DBA 或应用开发进一步的人工干预。本迁移指导手册将针对 SQLServer 迁移至虚谷数据库做全面的讲解及流程梳理。

SQLServer 迁移到虚谷数据库主要工作及流程如下：

1. 待移植系统评估：分析待移植系统，确定需要移植的对象，做好迁移内容的梳理及统计。
2. 确定移植方案：移植开展工作的人员、工具及计划安排。
3. 准备移植环境：准备移植环境，包括软硬件环境、配置参数等。
4. 开展正式移植：按照移植方案完成系统的整体移植，并进行移植工作确认。
5. 核对移植结果：对照原有系统与移植系统的结果一致性（对象、数量、数据、状态等）。
6. 系统验证及修订：核对移植结果完成后，进行业务系统的对接及系统验证性测试，发现错误时及时反馈，并解决。
7. 移植工作评估总结：调整配置、优化 SQL 等提升移植系统能力的改进完善工作。

# 2 迁移系统评估

## 2.1 软硬件环境信息

- 数据库版本：源端采用的 SQLServer 数据库版本。
- 中间件版本：业务系统中间件产品名称及版本，支持的数据库种类，是否支持通用数据库驱动 (如：JDBC) 配置。
- 业务系统版本：业务系统软件产品名称及版本。
- 操作系统：SQLServer 数据库、应用后台、中间件采用的操作系统类型及版本。

## 2.2 统计 SQLServer 数据库基础信息

仅统计登录库的对象信息。

### 1. 查询 SQLServer 数据库实例、库、字段的排序规则（字符集编码）。

#### a. 查询数据库实例的排序规则。

```
SQL> select name,collation_name,COLLATIONPROPERTY (
    collation_name, 'CodePage') codpage from sys.databases;
```

#### b. 查询库的排序规则。

```
SQL> select SERVERPROPERTY(N'collation') collation_name,
    COLLATIONPROPERTY (CONVERT(nvarchar,SERVERPROPERTY(N'
    collation')), 'CodePage') codpage;
```

#### c. 查询字段的排序规则。

```
SQL> select s.name schema_name,t.name table_name,c.name
    column_name, TYPE_NAME(c.system_type_id) AS
    column_type,c.collation_name from sys.all_columns c
inner join sys.tables t
on c.object_id=t.object_id
inner join sys.schemas s
on t.schema_id=s.schema_id
where t.is_ms_shipped = 0
and t.name not in (select tt.name from sys.
    extended_properties ep inner join sys.tables tt on ep.
    major_id=tt.object_id)
order by schema_name,table_name,column_name;
```

#### d. 常用代码页 (Codepage) 对照转换。

```
--936 简体中文 GBK  
--950 繁体中文 BIG5  
--437 美国/加拿大英语  
--932 日文  
--949 韩文  
--866 俄文  
--65001 unicode UFT-8
```

## 2. 统计 SQLServer 数据库中的对象及个数，其中包括系统内置对象，与用户创建对象无法区分。

```
SQL> select 'database' type,name db,count(*) cnt from sys.  
databases group by name  
union all  
select 'schema' type,db_name() db,count(*) cnt from sys.schemas  
union all  
select 'table' type,db_name() db,count(*) cnt from sys.tables  
union all  
select 'view' type,db_name() db,count(*) cnt from sys.views  
union all  
select 'sequence' type,db_name() db,count(*) cnt from sys.  
sequences  
union all  
select 'procedure' type,db_name() db,count(*) cnt from sys.  
procedures  
union all  
select 'function' type,db_name() db,count(*) cnt from sys.  
objects where type_desc like '%FUNCTION%'  
union all  
select 'trigger' type,db_name() db,count(*) cnt from sys.  
triggers  
union all  
select 'index' type,db_name() db,count(*) cnt from sys.indexes  
union all  
select 'partition_table' type,db_name() db,count(*) cnt from (  
select object_id,index_id,count(*) parts from sys.partitions group by  
object_id,index_id having object_id in (select object_id from  
sys.objects where type='U') and index_id=0 and count(*)>1)  
partition  
union all  
select 'synonym' type,db_name() db,count(*) cnt from sys.  
synonyms;
```

## 3. 统计表数据量。

```
SQL> SELECT concat(c.name, '.',a.name) TableName,b.rows  
TableCount  
FROM sysobjects a  
INNER JOIN sysindexes b ON a.id=b.id  
inner join sys.schemas c on a.uid=c.schema_id  
WHERE b.indid IN(0,1) AND a.Type='U' and a.name not in ('')  
ORDER BY TableCount DESC
```

## 4. 查看所有用户下的表使用的空间大小。

```
SQL> SELECT db_name() as DbName,
t.NAME AS TableName,
s.Name AS SchemaName,
p.rows AS RowCounts,
SUM(a.total_pages) * 8 AS TotalSpaceKB,
CAST(ROUND(((SUM(a.total_pages) * 8) / 1024.00), 2) AS NUMERIC
(36, 2)) AS 总共占用空间MB,
SUM(a.used_pages) * 8 AS UsedSpaceKB,
CAST(ROUND(((SUM(a.used_pages) * 8) / 1024.00), 2) AS NUMERIC
(36, 2)) AS UsedSpaceMB,
(SUM(a.total_pages) - SUM(a.used_pages)) * 8 AS UnusedSpaceKB,
CAST(ROUND(((SUM(a.total_pages) - SUM(a.used_pages)) * 8)
/ 1024.00, 2) AS NUMERIC(36, 2)) AS UnusedSpaceMB
FROM
sys.tables t
INNER JOIN
sys.indexes i ON t.OBJECT_ID = i.object_id
INNER JOIN
sys.partitions p ON i.object_id = p.OBJECT_ID AND i.index_id =
p.index_id
INNER JOIN
sys.allocation_units a ON p.partition_id = a.container_id
LEFT OUTER JOIN
sys.schemas s ON t.schema_id = s.schema_id
WHERE
t.NAME NOT LIKE 'dt%'
AND t.is_ms_shipped = 0
AND i.OBJECT_ID > 0
GROUP BY
t.Name, s.Name, p.Rows
ORDER BY
总共占用空间MB desc
```

5. 查看数据库表对象使用的列名称（关键字排查）。

```
SQL> select name from sys.all_columns group by name order by
name;
```

6. 查看数据库表对象使用的数据类型。

```
SQL> select t.name from sys.columns c inner join sys.types t on
c.system_type_id=t.system_type_id group by t.name;
```

7. 列出所有的非系统数据所有表的主键信息和外键信息。

a. 查询主键。

```
SQL> select
o.id 主键ID,
concat(s.name, '.', o.name) 主键名,
oo.id 表ID,
concat(ss.name, '.', oo.name) 表名称,
cl.object_id 列ID,
cl.name 列名称
from sysobjects o
```

```
inner join sys.schemas s on o.uid=s.schema_id
inner join sysobjects oo on o.parent_obj=oo.id
inner join sys.schemas ss on oo.uid=ss.schema_id
inner join sys.index_columns i on o.parent_obj=i.object_id
inner join sys.columns cl on cl.object_id=i.object_id and cl
    .column_id=i.column_id
where o.xtype='PK';
```

## b. 查询外键与关联的主键信息。

```
SQL> SELECT
外键ID          = b.constid,
外键名称        = concat(s.name, '.', object_name(b.constid)),
外键表ID        = b.fkeyid ,
外键表名称      = concat(s.name, '.', object_name(b.fkeyid)),
外键列ID        = b.fkey ,
外键列名        = (SELECT name FROM syscolumns WHERE colid = b.
    fkey AND id = b.fkeyid) ,
主键表ID        = b.rkeyid ,
主键表名        =concat(s.name, '.', object_name(b.rkeyid)),
主键列ID        = b.rkey ,
主键列名        = (SELECT name FROM syscolumns WHERE colid = b.
    rkey AND id = b.rkeyid) ,
级联更新        = ObjectProperty(a.id, 'CnstIsUpdateCascade') ,
级联删除        = ObjectProperty(a.id, 'CnstIsDeleteCascade')
FROM sysobjects a
JOIN sysforeignkeys b ON a.id = b.constid
JOIN sysobjects c ON a.parent_obj = c.id
JOIN sys.schemas s on a.uid=s.schema_id
WHERE a.xtype IN ('F') AND c.xtype = 'U';
```

## 2.3 业务系统统计信息

### 2.3.1 业务框架信息

- 数据库驱动接口：类型及版本号（如：mssql-jdbc-11.2.1.jre8.jar）。
- 数据库方言版本：数据库方言及版本（如：  
org.hibernate.dialect.SQLServer2012Dialect）。
- 事务特性及使用：是否使用事务 ACID 特性，应用事务隔离级别设置（read uncommitted/read committed/repeatable read/serializable）。
- 数据库操作框架：数据库操纵框架及版本（如：MyBatis VX.X.X/Hibernate VX.X.X/Spring JPA VX.X.X）。
- 数据库连接池：数据库连接池名称及版本（如：druid/dbcp/c3p0/hikaricp）。

- 大小写敏感及关键字：SQLServer 不区分大小写，默认使用大写，小写会转换为大写，需要小写需要使用双引号或者函数 upper/lower，业务中使用到的关键字。

### 2.3.2 业务运行信息

- 系统压力：业务系统最大、最小并发访问规模，低谷和峰值（如：最大 2000 用户/秒），出现时间及频率（如：早 9:00 11:00）。
- 数据访问热表：业务访问最频繁的数据表及范围。
- 磁盘 I/O 峰值：SQLServer 数据库最大磁盘 I/O 效率（单位：MB/秒）。
- 慢 SQL 统计：业务系统响应时长超过阈值的 SQL 命令。
- 数据库连接：连接活性最大保持时长。
- 事务变更（最大）：单个事务最大变更规模（行数）。
- 预处理参数：Preparestatement 对象最大参数个数。
- SQL 命令长度：业务系统 SQL 命令最大长度。
- 数据变更：单位时间（单位：秒）内，数据变更（INSERT、UPDATE、DELETE）规模（单位：条/秒），单日数据增长规模（单位：GB/天）。

# 3 迁移方案

移植工作的开展需根据具体的工作要求制定相应的工作计划及移植方案，移植目的可能是基于测试验证的兼容性测试，也可能是替换 SQLServer 上线运行，移植目的决定了移植方案的具体规划。移植方案内容的选择如表3-1所示。

**表 3-1 业务应用移植方案内容选择**

工作类型	兼容性测试	正式性移植
硬件环境	基础硬件	业务硬件
软件环境	测试软件	业务软件
数据来源	部分数据或脱敏数据	正式数据
应用功能	部分功能	全部功能
应用性能	无或按需	核心业务性能
压力测试	无或按需	业务并发访问峰值
稳定性测试	无	7x24 小时
容灾性测试	无	容灾验证
数据同步	无	按需进行
业务割接	无	按需进行

**兼容性测试：**用户或者集成开发商对于移植可能性和技术工作量的评估和确认工作，即尝试性移植，移植后可能并不会立刻进行产品级的应用功能、性能、稳定性测试。此类测试，以验证试验为主，对配置无特别要求，满足基本运行条件即可，在这种情况下，基础环境可以灵活选取，用虚拟机或物理机服务器均可。

**正式性移植：**以正式上线为目的，需要对应用进行产品级全方位的功能点测试、性能测试、压力测试以及稳定性测试等集成测试，需考虑应用上线的各种可能性及保障措施。正式性移植优先采用物理服务器搭建数据库，并且对于物理服务器的相关硬件配置有硬性要求，根据系统数

据量规模、性能要求、并发规模、可用性要求等基本情况向测试方提出建议。硬件支撑的合理性是保证移植和测试效果的必要条件。

# 4 迁移准备

## 4.1 环境准备

### 硬件部署及检测

移植环境所有的硬件全部准备就绪后，需要对硬件的状况进行一次整体性的监测，尤其是针对正式性移植的硬件设备，需确保上线前的硬件设备能完全满足部署要求。

硬件监测：

#### 1. CPU 超线程状态

对于 CPU 并发运行要求较高的场景，应考虑关闭 CPU 超线程、减少 CPU 争用及锁等。

#### 2. 服务器节能模式

通常情况，服务器为了节约电能，默认情况处于节能模式，节能模式的服务器性能利用率一般在整机性能的 60% 到 80%，对有性能要求的业务应用或数据库服务器，应关闭服务器节能模式。

#### 3. 网卡配置及 MTU 大小

通常情况，服务器均配置有多网卡，用于扩大网络带宽路数或做网络容灾使用，应根据实际网络需求选取合适的网卡绑定策略。大部分网络设备的 MTU 都是 1500，应保持服务器本地 MTU 与网络 MTU 一致，否则在进行网络数据传输时，大的数据包就会被拆开来传送，这样会产生很多数据包碎片，增加丢包率，增加主机 CPU 计算量，消耗 CPU 资源，同时降低网络速度，本地 MTU 与网络 MTU 值建议设置为网络设备支持的 MTU 最大值（绝大多数 MTU 最大值为 9000）。

#### 4. 操作系统配置参数

检查操作系统文件句柄数、堆栈大小、网络内核参数，按照预估的访问压力情况进行参数配置。

#### 5. 运行环境依赖包

确保相关的依赖包已经完成安装。如：用于数据库监控的 SNMP 服务，用于分布式集群部署时钟一致性保障的 NTP 服务。

#### 6. 防火墙规则设置

确保用于数据库部署及用户访问相关的 TCP、UDP 端口、IP 地址在防火墙规则中已放

开。

## 软件部署及配置

根据移植方案的设计选择合适的数据库产品系列（试用版/标准版/企业版/分布式版），版本选择时，优先选择产品系列中的最新数据库版本，避免已经修复的问题在移植系统中出现，同时应充分考虑部署平台及操作系统类型，确保软硬件兼容性无问题。

数据库部署及配置参数调整：

### 1. 数据文件分组

物理机为了充分利用磁盘 I/O 性能，可能制作有多 RAID 磁盘组，数据库数据文件可根据磁盘组的配置进行分组，最大化利用磁盘性能同时均衡磁盘数据库文件负载。数据库文件分组在“datafile.ini”配置文件中配置，配置时需指定数据库文件存放位置及文件数。

### 2. 数据库运行配置参数

数据库运行参数应根据业务运行的实际情况及硬件资源进行调整与配置。数据库运行配置参数在“xugu.ini”配置文件中配置。

- 数据缓存区内存“data\_buff\_mem”。数据缓存区大小用于定义数据库可缓存的数据大小，配置大小的选择有两种，一种是以物理硬件可分配给数据库使用的最大内存进行配置，一种是以统计获取的业务应用最大热数据规模进行配置。
- 系统全局区内存“system\_sga\_mem”。系统全局区内存大小是数据库划分给 SQL 请求进行排序、统计等中间运算时的内存大小，可根据业务应用运算数据规模大小进行设置。
- 最大 prepare 语句数“max\_prepare\_num”。单个数据库连接会话运行建立的最大“PrepareStatement”对象大小。
- 单个事务最大允许变更行数“max\_trans\_modify”。单个数据库事务允许数据变更的最大行数，用于限制单个事务变更规模。
- 最大闲置时间“max\_idle\_time”。数据库连接空闲，无执行动作的最大延时，超过最大闲置时间时，数据库自动清理空闲连接（中断退出）。
- 系统最大连接数“max\_conn\_num”。数据库运行建立的最大数据库连接会话数。
- 大小写敏感“cata\_case\_sensitive”。用于确定数据库对象及数据是否区分大小写，默认为“false”（不区分大小写）。

- 其他数据库运行参数“SYSDBA”。用户以系统管理员身份 **SYSDBA** 登录“SYSTEM”库，查看数据库配置参数表“SYS\_VARS”，根据建议取值范围与业务应用实际需求，调整具体的数据库运行参数值。

 **注意**

- 部分数据库运行参数需重启数据库服务生效。
- 严禁在生产环境中直接移植。因为直接在生产库上进行数据移植，会有很多风险存在，例如会影响生产库的效率、引发崩溃的可能等等，所以应该避免在 **SQLServer** 生产环境数据库中直接进行移植，需要提前向应用开发商提出搭建一个测试环境的建议，准备 **SQLServer** 需要移植的环境和数据。

### 3. 数据库安全信任配置

对于高安全的应用场景，针对访问数据库的客户端及用户等进行安全信任规则检测，只允许符合安全规则的数据库访问连接进行数据库访问操作。数据库安全信任配置在“trust.ini”配置文件中配置。

## 创建数据库及用户

### 1. 创建数据库

根据 **SQLServer** 源端数据库的字符集及时区，创建目标数据库端同名且字符集、时区一致的数据库实例。

### 2. 创建用户

**SQLServer** 数据库中，用户在数据库实例的下层，一个 **SQLServer** 用户只能访问一个数据库实例；虚谷数据库中，用户在数据库实例的下层，与 **SQLServer** 的用户策略一致，所以可以直接按照 **SQLServer** 业务中的用户创建对应的用户。

### 3. 用户赋权

根据 **SQLServer** 数据库获取的用户权限信息，在目标数据库端赋予同等的用户权限。

## 4.2 工具准备

### 1. 管理工具准备

这里推荐 **SQLServer Management Studio (SSMS)** 工具或 **DBeaver** 工具。管理工具用于连接到需要移植的 **SQLServer** 环境，以便进行移植数据的确认和初步的分析，同时便

于获取 SQLServer 数据库对象的 DDL 脚本语句。也可以使用 SQLServer 其他的客户端工具。

## 2. 迁移工具准备

借助虚谷数据库的迁移工具，可以实现 SQLServer 数据库表结构及数据到虚谷数据库的快速迁移，迁移工具已内置了 SQLServer 到虚谷数据库的映射关系，极大节约了人工成本。也可以使用第三方的迁移工具或迁移同步工具，先手动完成数据库对象的创建，再将 SQLServer 数据库中的表数据迁移同步至虚谷数据库中。

# 5 迁移操作

## 5.1 数据迁移

### 5.1.1 迁移步骤

借助虚谷数据库数据迁移工具可以实现 SQLServer 数据库表对象及数据迁移至虚谷数据库，迁移内容包括表、表约束、视图、序列、索引、数据，快速构建虚谷数据库基础环境。

使用虚谷数据库数据迁移工具迁移 SQLServer 至虚谷数据库的具体执行步骤：

1. 选择迁移方式（SQLServer 迁移到 Xugu）
2. 填写迁移数据源（源端 SQLServer 与目标端 Xugu）
3. 选择迁移的数据库
4. 选择迁移的数据库对象
5. 迁移任务生成及确认
6. 执行迁移任务
7. 获取迁移执行报告

#### 注意

- 步骤 4 中的迁移对象顺序：序列值 -> 表 -> 视图。
- 迁移表时，对于大表应当单独迁移。
- Xugu 不支持物化视图（实体化视图）以及物化视图日志（实体化视图日志）。

详细操作步骤，请参见《迁移工具用户指南》。

### 5.1.2 兼容转换

使用虚谷数据库数据迁移工具的过程中，数据迁移工具针对一些需要兼容 SQLServer 的数据类型、函数或使用方式拟定了自动化的替换规则，用户可以在工具上根据实际情况调整单项替换规则，进行手动补充，如图 5-1 所示。

图 5-1 映射条件以及迁移选项设置



### 5.1.3 默认数据类型映射

SQLServer 与虚谷数据库的默认数据类型映射如表 5-1 所示。

表 5-1 SQLServer 与 XuGu 默认数据类型映射

SQLServer 数据类型	SQLServer 列类型	XuGu 数据类型	XuGu 列类型
BIGINT	BIGINT	BIGINT	BIGINT
BINARY(SIZE)	BINARY	BINARY	BINARY
BIT	BIT	BOOLEAN	BOOLEAN
CHAR(SIZE)	CHAR	CHAR(SIZE)	CHAR
NCHAR(SIZE)	NCHAR	CHAR(SIZE)	CHAR
DATE	DATE	DATE	DATE
DATETIME	DATETIME	DATETIME	DATETIME
接下页			

SQLServer 数据类型	SQLServer 列类型	XuGu 数据类型	XuGu 列类型
DATETIME2(0-7)	DATETIME2	DATETIME	DATETIME
DATETIMEOFFSET(0-7)	DATETIMEOFFSET	DATETIME	DATETIME
DECIMAL(P,S)	DECIMAL	NUMERIC(P,S)	NUMERIC
NUMERIC(P,S)	NUMERIC	NUMERIC(P,S)	NUMERIC
FLOAT	FLOAT	DOUBLE	DOUBLE
IMAGE	IMAGE	BLOB	BLOB
INT	INT	INT	INT
MONEY	MONEY	NUMERIC(19,4)	NUMERIC
REAL	REAL	FLOAT	FLOAT
SMALLDATETIME	SMALLDATETIME	DATETIME	DATETIME
SMALLINT	SMALLINT	SMALLINT	SMALLINT
SMALLMONEY	SMALLMONEY	NUMERIC(10,4)	NUMERIC
SYSNAME	SYSNAME	VARCHAR(128)	VARCHAR
TEXT	TEXT	CLOB	CLOB
NTEXT	NTEXT	CLOB	CLOB
TIME(0-7)	TIME	TIME	TIME
TIMESTAMP	TIMESTAMP	ROWVERSION	ROWVERSION
TINYINT	TINYINT	TINYINT	TINYINT
VARBINARY(SIZE)	VARBINARY	BINARY	BINARY
			接下页

SQLServer 数据类型	SQLServer 列类型	XuGu 数据类型	XuGu 列类型
VARBINARY(MAX)	VARBINARY	BLOB	BLOB
VARCHAR(MAX)	VARCHAR(MAX)	CLOB	CLOB
NVARCHAR(MAX)	NVARCHAR(MAX)	CLOB	CLOB
VARCHAR(SIZE)	VARCHAR	VARCHAR(SIZE)	VARCHAR
NVARCHAR(SIZE)	NVARCHAR	VARCHAR(SIZE)	VARCHAR
UNIQUEIDENTIFIER	UNIQUEIDENTIFIER	GUID	GUID
GEOGRAPHY	GEOGRAPHY	X	X
GEOMETRY	GEOMETRY	X	X
HIERARCHYID	HIERARCHYID	X	X
SQL_VARIANT	SQL_VARIANT	X	X
XML	XML	X	X

## 5.2 对象迁移

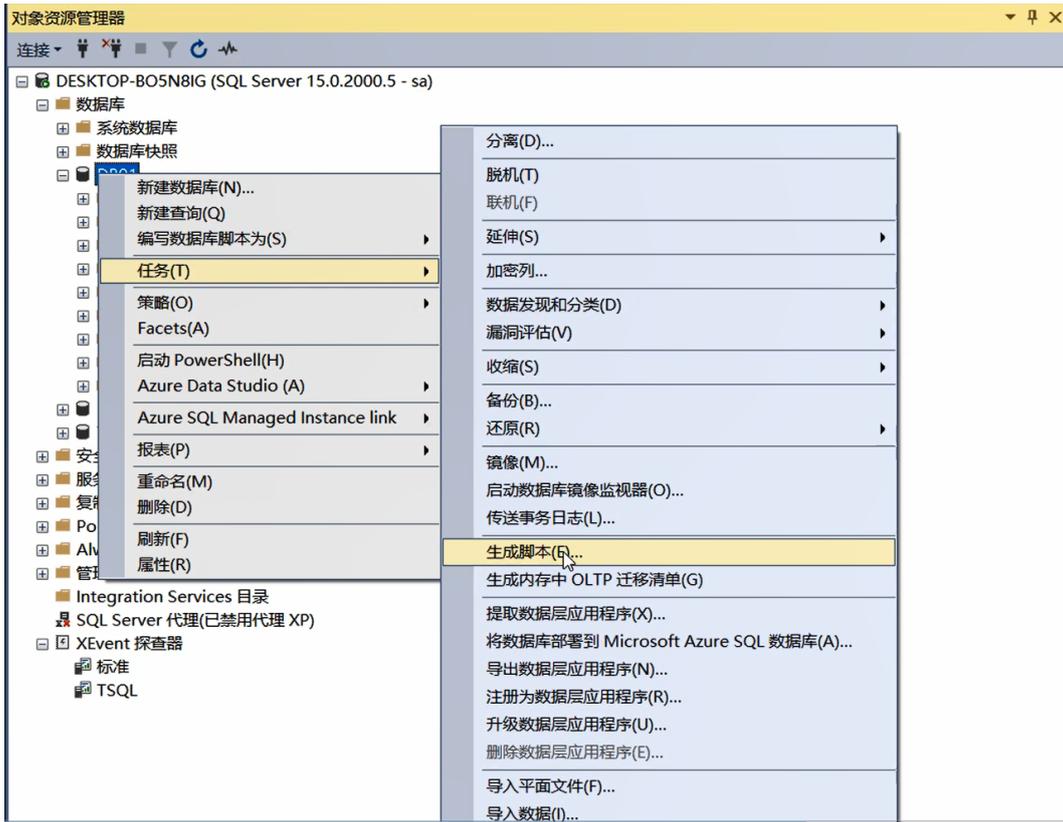
### 5.2.1 特定对象改写

对系统中的表和视图，可以使用虚谷数据库数据迁移工具进行迁移。如果还用到了存储过程、函数、触发器等，需要导出源端数据库上的定义，手动进行等价改写。

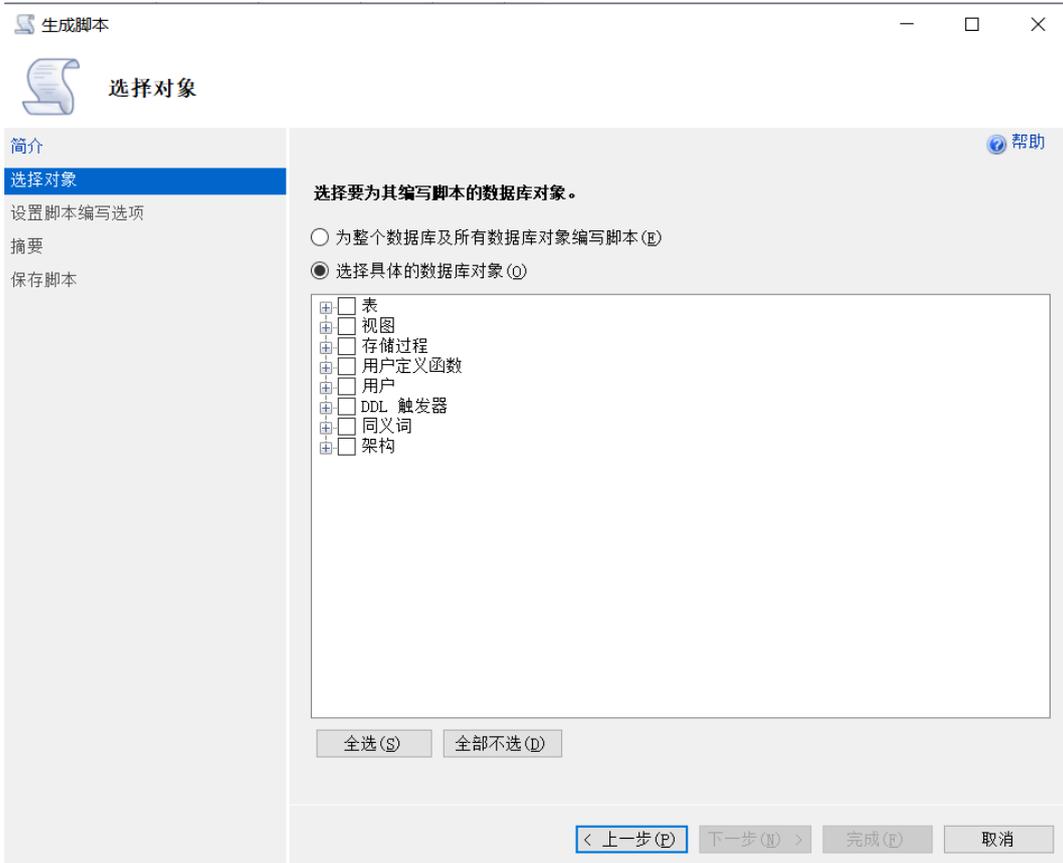
首先，可以先从 SQLServer 导出用户对象 SQL 脚本，使用 SSMS 管理器导出存储过程、函数、触发器等。

#### 操作步骤

1. 鼠标右键选择对象资源管理器中的数据库库名，如 DB01。
2. 选择“任务 > 生成脚本”，弹出“生成脚本”窗口。

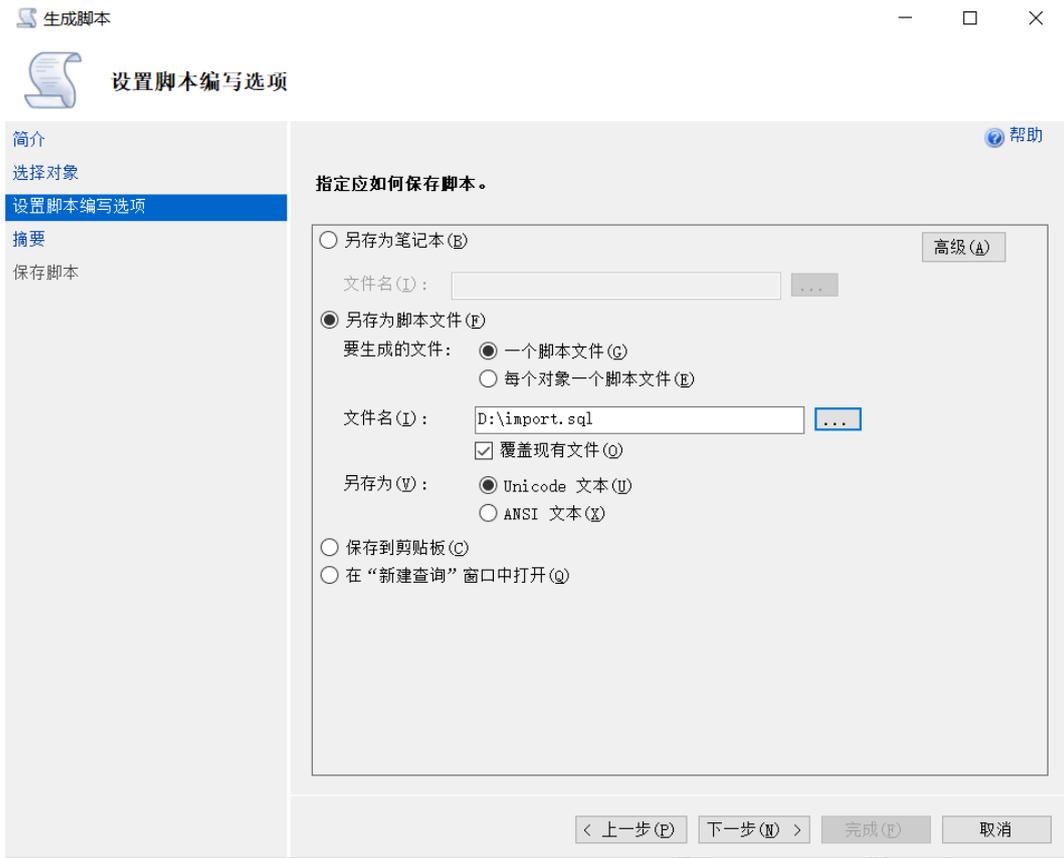


3. 单击“选择对象”，根据需求勾选导出对象类型或者直接选择库级导出，选择完成后单击“下一步”。



4. 选择“另存为脚本文件”，并根据需要选择一个文件或是一个对象对应一个文件，默

认为一个文件，指定保存路径和文件名，然后单击“下一步”。

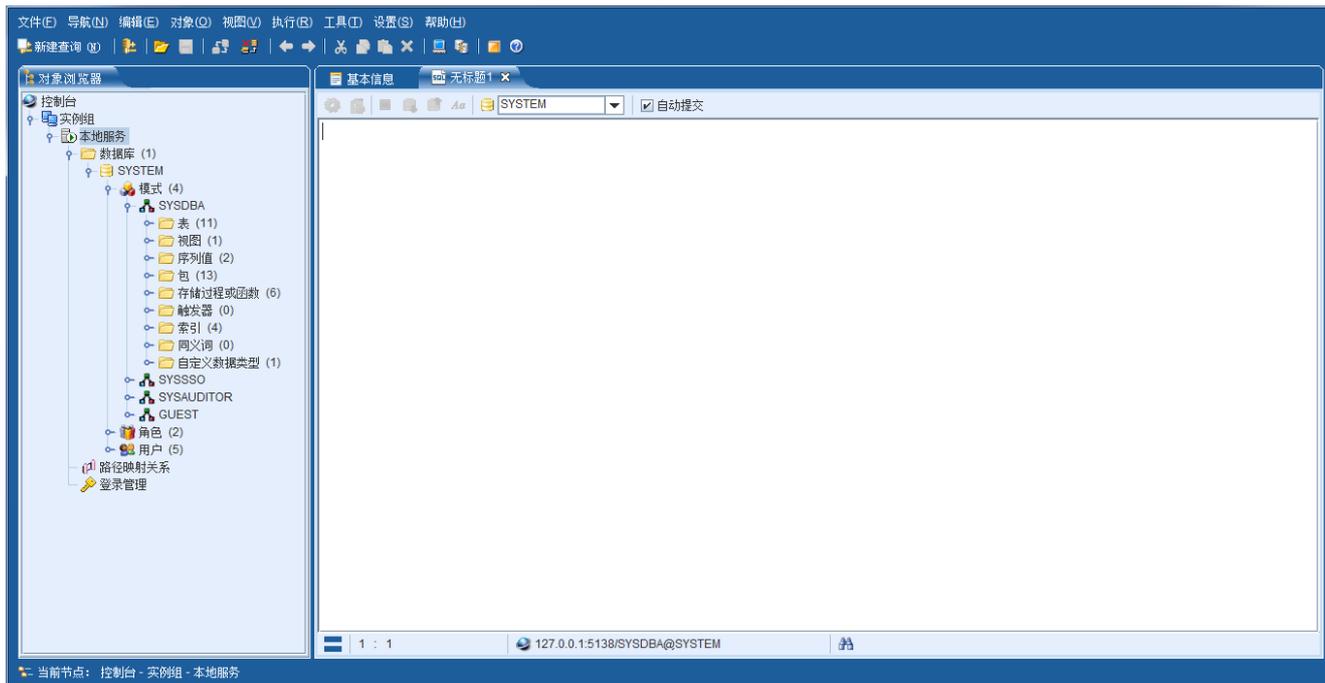


5. 根据摘要信息确认导出对象，再单击“下一步”，自动收集对象信息并将创建 SQL 导出到指定路径，以指定文件名命名。
6. 将导出的 SQL 脚本，经人工修改之后，再导入到虚谷数据库中运行。

## 5.2.2 对象管理

虚谷数据库管理工具是虚谷数据库系统的图形化工具，可以帮助数据库管理员更直观、更方便的管理和维护虚谷数据库。可以借助虚谷数据库管理工具对数据库对象进行管理，如图 5-2 所示。

图 5-2 虚谷数据库管理工具



也可以通过 sql 语句进行修改，使用方式如下：

```
-- 创建表
SQL> create table t1(c1 int, c2 int, c3 int);

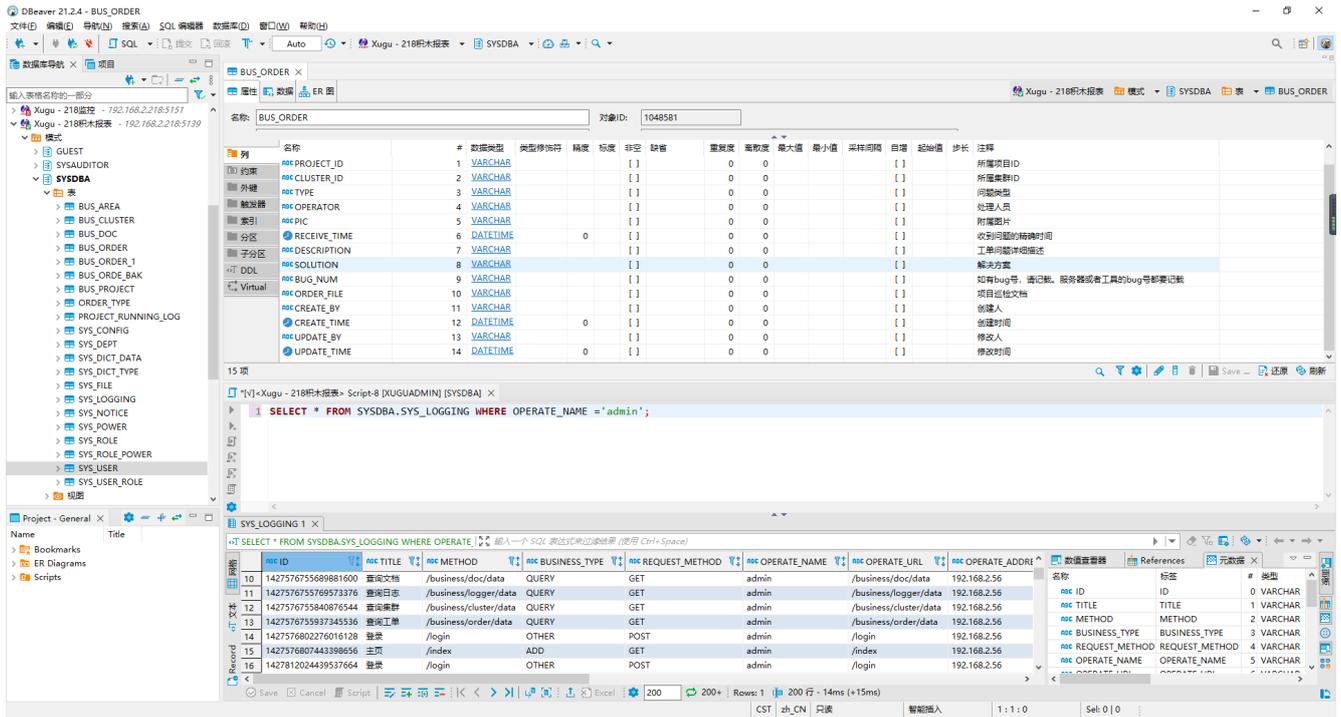
-- 增加列
SQL> alter table t1 add column c4 numeric(4,2);

-- 给列增加缺省值
SQL> alter table t1 alter column c4 set default 12.34;

-- 给列增加约束
SQL> alter table t1 alter column c4 set not null;
SQL> alter table t1 add constraint chk_key check(c1 > 10);
```

除此之外，通过虚谷数据库通用管理工具 DBeaver 也可以实现类似的操作，如图 5-3 所示。

图 5-3 通用管理工具 DBeaver



## 5.3 应用迁移

更换数据库系统软件，需要应用系统代码或配置文件做一定程度的修改，修改的主要内容包含：数据库连接串、URL 信息、数据库方言、不兼容的 SQL 语句、冲突的关键字等。

应用迁移主要工作：

1. 在应用软件工程引用数据库驱动包的位置放入虚谷数据库驱动接口（如：JDBC 驱动接口 JAR 文件）。
2. 应用软件涉及到 Hibernate 时，需指定虚谷数据库 Hibernate 方言驱动包。
3. 在配置数据库连接串相关的源代码或配置文件时，修改虚谷数据库连接配置信息。
4. SQLServer 与虚谷数据库有不同的系统关键字定义，出现关键字冲突时，进行调整或加入双引号。
5. 对于一些在应用软件中的虚谷数据库不兼容 SQLServer 的 SQL 语句，需进行对等替换。

虚谷数据库 URL 连接串修改方式：

```
// 定义 XuGu JDBC 驱动串  
String jdbcString = "com.xugu.cloudjdbc.Driver";  
// 定义 XuGu URL 连接串  
String urlString = "jdbc:xugu://localhost:5138/database";
```

虚谷数据库方言配置方式：

```
<properties>
<property name="hibernate.dialect" value="com.xugu.dialect.
XuguDialect5" />
<property name="hibernate.connection.driver_class" value="com.xugu.
cloudjdbc.Driver" />
<property name="hibernate.connection.url" value="jdbc:xugu://
localhost:5138/database" />
<property name="hibernate.connection.username" value="username" />
<property name="hibernate.connection.password" value="password" />
</properties>
```

虚谷数据库支持的数据库驱动语言种类如表 5-2 所示。

**表 5-2** 虚谷支持的数据库驱动语言种类

语言	程序包文件	说明
JDBC	xugu-jdbc-*.*.jar	Java 类应用数据库驱动程序
Hibernate	xugu-dialect3-*.*.jar	Java 类应用数据库方言包 (对应 Hibernate3)
Hibernate	xugu-dialect4-*.*.jar	Java 类应用数据库方言包 (对应 Hibernate4)
Hibernate	xugu-dialect5-*.*.jar	Java 类应用数据库方言包 (对应 Hibernate5)
ODBC	xugu-odbc-*.*.*	C/C++ 类应用数据库驱动程序
XGCI	xugu-ci-*.*.*	虚谷 CI 类应用数据库驱动程序
OCI	xugu-oci-*.*.*	OCI 类应用数据库驱动程序
C-Sharp	xugu-csharp-*.*.*	C# 类应用数据库驱动程序
GO	xugu-go-*.*.*	GO 语言类应用数据库驱动程序
		接下页

语言	程序包文件	说明
PHP	xugu-php-*.*.*	PHP 类应用数据库驱动程序
Python	xugu-python-*.*.*	Python 类应用数据库驱动程序

各类数据库驱动接口的开发使用，请参照对应的接口开发手册。

# 6 迁移结果统计

## 1. 查看数据库及数据库的字符集。

```
SQL> SELECT DB_NAME,CHAR_SET,TIME_ZONE,ONLINE FROM
      DBA_DATABASES WHERE DB_NAME='{数据库名称}';
```

## 2. 统计数据库对象及个数。

```
SQL>DECLARE
      CURSOR CUR IS
      SELECT SCH.SCHEMA_NAME OWNER, 'TABLE' AS OBJ_TYPE, COUNT
      (*) CNT FROM DBA_TABLES TAB LEFT JOIN DBA_SCHEMAS SCH
      ON TAB.SCHEMA_ID = SCH.SCHEMA_ID GROUP BY SCH.
      SCHEMA_NAME
      UNION ALL
      SELECT SCH.SCHEMA_NAME OWNER, 'VIEW' AS OBJ_TYPE, COUNT
      (*) CNT FROM DBA_VIEWS VW LEFT JOIN DBA_SCHEMAS SCH
      ON VW.SCHEMA_ID = SCH.SCHEMA_ID GROUP BY SCH.
      SCHEMA_NAME
      UNION ALL
      SELECT SCH.SCHEMA_NAME OWNER, 'SEQUENCES' AS OBJ_TYPE,
      COUNT(*) CNT FROM DBA_SEQUENCES SEQ LEFT JOIN
      DBA_SCHEMAS SCH ON SEQ.SCHEMA_ID = SCH.SCHEMA_ID
      GROUP BY SCH.SCHEMA_NAME
      UNION ALL
      SELECT SCH.SCHEMA_NAME OWNER, 'PACKAGE HEAD' AS OBJ_TYPE
      ,COUNT(*) CNT FROM DBA_PACKAGES PAK LEFT JOIN
      DBA_SCHEMAS SCH ON PAK.SCHEMA_ID = SCH.SCHEMA_ID
      WHERE SPEC IS NOT NULL GROUP BY SCH.SCHEMA_NAME
      UNION ALL
      SELECT SCH.SCHEMA_NAME OWNER, 'PACKAGE BODY' AS OBJ_TYPE
      ,COUNT(*) CNT FROM DBA_PACKAGES PAK LEFT JOIN
      DBA_SCHEMAS SCH ON PAK.SCHEMA_ID = SCH.SCHEMA_ID
      WHERE BODY IS NOT NULL GROUP BY SCH.SCHEMA_NAME
      UNION ALL
      SELECT SCH.SCHEMA_NAME OWNER, 'PROCEDURE' AS OBJ_TYPE,
      COUNT(*) CNT FROM DBA_PROCEDURES PROC LEFT JOIN
      DBA_SCHEMAS SCH ON PROC.SCHEMA_ID = SCH.SCHEMA_ID
      WHERE PROC.RET_TYPE IS NULL GROUP BY SCH.SCHEMA_NAME
      UNION ALL
      SELECT SCH.SCHEMA_NAME OWNER, 'FUNCTION' AS OBJ_TYPE,
      COUNT(*) CNT FROM DBA_PROCEDURES FUNC LEFT JOIN
      DBA_SCHEMAS SCH ON FUNC.SCHEMA_ID = SCH.SCHEMA_ID
      WHERE FUNC.RET_TYPE IS NOT NULL GROUP BY SCH.
      SCHEMA_NAME
      UNION ALL
      SELECT SCH.SCHEMA_NAME OWNER, 'TRIGGER' AS OBJ_TYPE,
      COUNT(*) CNT FROM DBA_TRIGGERS TRIG LEFT JOIN
      DBA_SCHEMAS SCH ON TRIG.SCHEMA_ID = SCH.SCHEMA_ID
      GROUP BY SCH.SCHEMA_NAME
      UNION ALL
```

```

SELECT SCH.SCHEMA_NAME OWNER, 'SYNONYM' AS OBJ_TYPE,
COUNT(*) CNT FROM DBA_SYNONYMS SYN LEFT JOIN
DBA_SCHEMAS SCH ON SYN.SCHEMA_ID = SCH.SCHEMA_ID
GROUP BY SCH.SCHEMA_NAME
UNION ALL
SELECT SCH.SCHEMA_NAME OWNER, 'UDT TYPE' AS OBJ_TYPE,
COUNT(*) CNT FROM DBA_TYPES TYP LEFT JOIN DBA_SCHEMAS
SCH ON TYP.SCHEMA_ID = SCH.SCHEMA_ID GROUP BY SCH.
SCHEMA_NAME
UNION ALL
SELECT DB.DB_NAME OWNER, 'JOB' AS OBJ_TYPE, COUNT(*) CNT
FROM DBA_JOBS JOB LEFT JOIN DBA_DATABASES DB ON JOB.
DB_ID = DB.DB_ID GROUP BY DB.DB_NAME;
VAR_COUNT NUMBER(10);
VAR_STR VARCHAR(500);
BEGIN
FOR VAR_ROW IN CUR LOOP
SEND_MSG( VAR_ROW.OWNER || '.' || VAR_ROW.OBJ_TYPE || '=' ||
VAR_ROW.CNT);
END LOOP;
END;
/

```

### 3. 统计表数据量。

```

SQL> DECLARE
CURSOR CUR IS SELECT S.SCHEMA_NAME || '.' || T.
TABLE_NAME AS TABLE_NAME FROM DBA_TABLES T
LEFT JOIN DBA_SCHEMAS S ON S.SCHEMA_ID = T.SCHEMA_ID
ORDER BY S.SCHEMA_NAME, T.TABLE_NAME;
VAR_COUNT NUMBER(10);
VAR_STR VARCHAR(500);
BEGIN
FOR VAR_ROW IN CUR LOOP
VAR_STR := 'SELECT COUNT(*) FROM ' || VAR_ROW.
TABLE_NAME;

EXECUTE IMMEDIATE VAR_STR INTO VAR_COUNT;
SEND_MSG( VAR_ROW.TABLE_NAME || '=' || TO_CHAR(
VAR_COUNT));
END LOOP;
END;
/

```

### 4. 统计约束及定义（约束类型,'F': 外键;'R': 引用外键;'C': 值检查;'D': 默认值;'U': 唯一值;'P': 主键;）。

```

SELECT
DB.DB_NAME AS 数据库名,
CH.SCHEMA_NAME AS 模式名,
T.TABLE_NAME AS 表名,
C.CONSTRAINT_NAME AS 约束名,
C.CONSTRAINT_TYPE AS 约束类型,
REPLACE(C.DEFINE, '"', '') AS 约束定义
FROM

```

```
DBA_CONSTRAINTS C
LEFT JOIN DBA_TABLES T ON
C.TABLE_ID = T.TABLE_ID
LEFT JOIN DBA_DATABASES DB ON
C.DB_ID = DB.DB_ID
LEFT JOIN DBA_SCHEMAS CH ON
CH.USER_ID = T.USER_ID AND CH.DB_ID=DB.DB_ID
WHERE DB.DB_NAME='DBNAME' AND CH.SCHEMA_NAME='USER'
```

5. 统计索引及定义（约束类型,'BTREE': B 树索引;'RTREE': R 树索引;'FULL': 全文索引;'BITMAP': 位图索引;'UNION': 联合索引;）。

```
SQL> SELECT
DB.DB_NAME AS 数据库名,
CH.SCHEMA_NAME AS 模式名,
T.TABLE_NAME AS 表名,
INDEX_NAME AS 索引名,
(CASE INDEX_TYPE
WHEN 0 THEN 'BTREE'
WHEN 1 THEN 'RTREE'
WHEN 2 THEN 'FULLTEXT'
WHEN 3 THEN 'BITMAP'
WHEN 4 THEN 'UNION'
END) AS 索引类型,
IS_PRIMARY AS 是否是主键索引,
IS_UNIQUE AS 是否是唯一索引,
FIELD_NUM AS 索引字段数,
REPLACE(KEYS, '"', '') AS 索引字段
FROM
DBA_INDEXES AS C
LEFT JOIN DBA_TABLES T ON
C.TABLE_ID = T.TABLE_ID
LEFT JOIN DBA_DATABASES DB ON
C.DB_ID = DB.DB_ID
LEFT JOIN DBA_SCHEMAS CH ON
CH.USER_ID = T.USER_ID AND CH.DB_ID = DB.DB_ID
WHERE
DB.DB_NAME = 'DBNAME' AND CH.SCHEMA_NAME = 'USER'
```

# 7 迁移验证

## 7.1 一致性校验

SQLServer 至虚谷数据库迁移一致性校验如表 7-1 所示。

表 7-1 一致性校验

验证项	描述	校验标准	必选/可选	是否达标	迁移说明
基础环境	软硬件配置	<ul style="list-style-type: none"><li>• 硬件服务器字符集一致</li><li>• 硬件服务器时钟/时区一致</li><li>• 硬件服务器数据库用户及权限一致</li></ul>	必选		<ul style="list-style-type: none"><li>• 服务器字符集不一致时，可能导致中文字符出现乱码</li><li>• 服务器时区不一致可能导致获取操作系统时间不一致</li></ul>
数据库初始化配置	数据库关键初始化配置	<ul style="list-style-type: none"><li>• 字符集兼容一致</li><li>• 名称及大小写兼容</li><li>• 用户权限兼容一致</li><li>• 数据库时区一致</li></ul>	必选		<ul style="list-style-type: none"><li>• SQLServer 字符集最小粒度可设置到列，XuGu 字符集仅能设置到库级</li><li>• 客户端时区也应保持一致</li></ul>
数据库对象	数据库对象及状态	<ul style="list-style-type: none"><li>• 数据库对象类型及个数一致</li><li>• 数据库对象状态一致</li><li>• 数据库对象执行结果一致</li></ul>	必选		数据库对象统计及执行效果一致
					接下页

验证项	描述	校验标准	必选/可选	是否达标	迁移说明
数据校验	数据校验 及比对	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 数据总量一致</li> <li>• 数据结果一致</li> <li>• 数据无乱码</li> </ul>	必选		数据完整迁移校验

## 7.2 系统验证

### 7.2.1 系统测试

系统测试环节是移植关键环节的重中之重，需要投入大量的时间和资源，稍有不慎，可能会导致后续的移植失败、数据丢失甚至是业务中断、混乱的灾难性后果。全面系统测试通常包含功能测试、性能测试、稳定性测试、可靠性测试、扩展能力测试、安全能力测试、回退方案验证等。

系统测试环节的典型测试类型及测试项如表 7-2、表 7-3、表 7-4、表 7-5 所示。

**表 7-2** 典型性能测试类型及测试项

序号	测试类型	测试项
1	吞吐量	TPS、QPS
2	响应时间	平均响应时间，最小、最大响应时间，时间百分比
3	并发量	同时处理业务请求数量
4	物理资源使用率	CPU、网络、内存资源、磁盘 I/O 及数据库资源利用率

**表 7-3 典型可靠性测试类型及测试项**

序号	测试类型	测试项
1	硬件故障	电源插拔、网线插拔、硬盘、交换机、机架以及机房故障下的数据库服务能力
2	操作系统故障	CPU 资源占用、I/O 资源占用、内存资源占用、磁盘空间占用下数据库服务能力
3	数据库服务故障	数据库系统文件被损坏情况下的数据库服务能力
4	应用故障	上层应用与数据交互过程中发生故障下的数据库服务能力

**表 7-4 典型扩展能力测试类型及测试项**

序号	测试类型	测试项
1	计算均衡能力	具备将接入数据库的计算压力进行平衡的能力
2	数据按需均衡能力	具备将数据库内的数据进行平衡的能力
3	集群在线扩容能力	具备集群扩展能力，且性能能够随之提升
4	集群在线缩容能力	具备集群缩减能力

**表 7-5 典型安全能力测试类型及测试项**

序号	测试类型	测试项
1	权限验证	能够对数据库内数据操作进行权限验证
2	身份验证	能够对接入数据库用户进行身份认证
3	操作审计	能够对数据库内操作进行审计
接下页		

序号	测试类型	测试项
4	流量控制能力	能够配置数据库的流量上限，例如提供连接数限制等

慢 SQL 记载方式：

1. 部署虚谷数据库集群监控软件，采集慢 SQL 指标；
2. 使用 Druid 数据库连接池 SQL 命令响应时间采集功能，记载慢 SQL 命令及响应时间。

## 7.2.2 系统优化

### 更新统计信息

数据核对无误后，应进行一次全库的统计信息更新工作。统计信息更新脚本示例如下：

```
-- 分析指定表、字段的基础信息
-- 分析TAB_TEST表的FIELD01字段的 最大值、最小值、重复度、离散度，采样间隔：每一条采集
SQL> EXEC DBMS_STAT.ANALYZE_TABLE('SYSDBA.DATE_DIM','D_YEAR',1,NULL);

-- 获取表对象统计信息
SQL> SELECT DBMS_STAT.GET_STAT_INFO('SYSDBA.DATE_DIM');
```

更新统计信息的目的在于大批量迁移数据后，可能会导致数据库优化器根据错误的统计信息得到错误的查询计划，严重影响查询性能。

### 数据备份

更新统计信息后，在数据量不大且磁盘空间足够的情况下应进行一次数据备份工作。数据备份有两种方式：一是正常停止数据库后，拷贝备份 XHOME 文件夹；二是使用数据库提供的备份功能。

#### 说明

逻辑备份恢复操作请参考《备份恢复指南》。

### 整理对象脚本

整理所有数据库对象脚本，对项目移植情况进行记录和备份，方便再次进行数据迁移。备份的数据库对象脚本包括：序列定义及当前值，表定义，索引定义，视图定义，函数定义，存储过程定义，包及包体定义、自定义类型和同义词定义。

## 7.2.3 业务割接

业务生产割接是指服务提供方将原生产应用环境中的数据库停止，并切换到新环境目标数据库的过程，其中包括应用切换、数据同步切换以及其他相关配置过程切换。

- 割接方案（业务厂家、集成厂商、数据库 DBA）

割接方案中应包含系统备份方案、应急预案、回退方案，明确割接的操作步骤、操作时间和操作人员，对新系统实施压力测试和破坏性测试，模拟在最极端环境下新系统功能的完整性、稳定性和高可靠性。正式割接前的备份工作必不可少，在新环境上线前务必做好旧程序包的保留和数据同步，以便在紧急情况可以快速回退。

- 模拟割接（业务厂家、集成厂商、数据库 DBA）

切换演练需制定切换检查清单，演练期间严密监控容灾数据库的系统负载、异常等待事件等内容。割接前通常需要至少 3 次割接演练，以确保割接过程中各个环节没有疏漏。根据不同业务系统情况制定不同的割接流程，为每个流程设定责任人，通关制完成各个环节。正式割接环节分为生产环境准备和按照割接方案正式执行割接两部分。

- 回退方案（业务厂家、集成厂商、数据库 DBA）

移植完成后，最重要的环节是切换后生产环境的第一个业务高峰，需要配置专业的数据库专家，快速响应应用和数据库出现的突发问题。之后，需要定期跟踪一段时间，以保障业务系统的稳定运行。如果遇到突发情况且无法处理时，应依据回退方案和演练细则逐步完成回退。

多路数据库服务，数据同步方案：

- 方案一：数据库并行部署

在所有采集服务器开启两个入库进程，即一份原始结果同时入两套数据库。在没有额外测试系统的条件下，利用现有资源，最大限度模拟仿真正式生产环境的并发压力，同时完成负载均衡、单点故障模拟。

- 方案二：数据库数据复制

采用低侵入性的数据迁移同步工具，配置同步规则，将全量数据、增量数据同步至目标端数据库中。即数据库服务有多路（同构或异构），业务系统接入其中一路数据库服务，其他数据库服务与业务数据库服务采用数据同步方式实现数据一致性保障，在业务数据库服务出现故障或需要业务割接时，调整连接信息，将业务数据库服务切换至另一路数据库服务。

# 8 迁移总结

- 功能完善需求

以业务系统准确上线为前提，进行数据库、应用系统的移植。在移植过程中出现不兼容或调用错误时，应分析具体原因，优先给出替代或解决方案，保证业务正常运行，后续再根据未兼容项进行分析，对于非常有必要的功能提交产品研发需求，进行产品兼容开发。

- 移植效果评估

针对原有业务系统与移植后业务系统的功能、性能等指标进行对比，评估是否达到预期的移植效果。

- 运维服务保障

移植完成后，为保障业务系统在新数据库系统的良好运行，应针对新数据库系统、接口对接保障、运维保障等开展系统培训讲解，确保运维保障团队从架构层、流程层、操作层掌握整套系统运维手段，全面接管新业务系统运维保障服务。

# 9 常见问题

## 9.1 数据库连接失败

表 9-1 数据库连接失败

可能原因	问题分析	问题处理
驱动加载失败	未识别到数据库驱动程序	确认驱动程序包存放位置是否正确并随应用软件启动正常加载
配置信息错误	数据库连接串或登录信息输入错误	确认连接信息，也可使用客户端工具进行验证
网络通道闭塞	应用软件与数据库服务器之间的 IP 地址或端口访问不可达	检查防火墙设置，确认 IP 地址及 TCP 端口已开放
登录帐户锁定	登录帐户因输入登录信息错误超过三次，拒绝用户登录	等待帐户解锁（3 分钟）

## 9.2 SQL 命令失效报错

表 9-2 SQL 命令失效报错

可能原因	问题分析	问题处理
语法兼容	SQL 语法或函数不兼容	找出对应的语法或函数，进行 SQL 调整
接下页		

可能原因	问题分析	问题处理
关键字冲突	SQL 语句中包含 XuGu 关键字	对关键字加双引号或进行重命名
系统表不存在	SQL 语句中使用了 SQLServer 系统表或系统视图	在 XuGu 中封装对应的元信息表或替换成 XuGu 系统表



成都虚谷伟业科技有限公司

联系电话：400-8886236

官方网站：[www.xugudb.com](http://www.xugudb.com)