

SQL Server 2019 基础

SQL Server 是 Microsoft(微软)公司发布的适用于大型网络环境的企业级数据库产品,是一个典型的关系数据库管理系统,一经推出便得到了广大用户的积极响应,成为数据库市场上的一个重要产品。经过对 SQL Server 的不断更新换代,最新的 SQL Server 2019 版本使用统一的数据平台实现业务转型,附带 Apache Spark 和 Hadoop Distributed File System(HDFS),可实现所有数据的智能化。通过本章学习 SQL Server 2019 相关基础知识,为 SQL Server 2019 后续业务数据处理的实际操作和应用奠定基础。

 教学目标

- (1) 了解 SQL Server 的概念和主要发展过程。
- (2) 了解 SQL Server 2019 的新增功能及版本。
- (3) 理解 SQL Server 2019 的体系结构及文件类型。
- (4) 掌握 SQL Server 2019 的系统数据库及作用。
- (5) 掌握数据库命令语法规则、特点及用法。
- (6) 掌握 SQL Server 2019 的安装与配置。

 教学课件
第 3 章 SQL
Server 2019 基础



3.1 SQL Server 的概念和发展

【案例 3-1】 SQL Server 的强大功能获得国际研究调查机构 Gartner 的肯定,曾荣登 Gartner 魔力象限领导者冠军地位,将 SQL Server 评选在领导者象限内,领先 Oracle 等,并将在市场远见、强大执行力与效能及支持服务等方面具有极大优势。SQL Server 的强大功能将为企业带来绝佳的领先优势并提供让企业无后顾之忧的支持服务。

SQL Server 2019 的推出,代表了数据库的最新技术和发展。在 2020 年 6 月 DB—Engines 数据库排名中,SQL Server 依然稳居榜单的第三名。

3.1.1 SQL Server 的概念及发展概况

1. SQL 及 T-SQL 的基本概念

1974年IBM圣约瑟实验室的Boyce和Chamberlin,为关系数据库管理系统设计的一种查询语言,当时称为SEQUEL语言,后简称为结构化查询语言(Structured Query Language,SQL)。其率先在IBM公司的关系数据库系统System R上实现,主要用于访问和处理数据的标准计算机语言。

1986年美国国家标准局(American National Standard Institute,ANSI)正式批准为关系数据库语言的国家标准。1987年获得国际标准化组织(International Organization for Standardization,ISO)的通过,成为国际通用标准。在信息化业务数据处理应用中,所有企事业单位的关系数据库管理系统DBMS产品基本都支持SQL,已经被广泛应用于各行各业。

T-SQL是Transact-SQL的简称,是微软公司在SQL Server系统中使用的事务-结构化查询语言。它是SQL Server的核心组件,也是对SQL的一种扩展形式。

2. SQL Server 的发展概况

SQL Server最初由Microsoft,Sybase和Ashton-Tate三家公司共同研发,是一种广泛应用于网络业务数据处理的关系数据库管理系统。从SQL Server 6.0开始首次由Microsoft公司独立研发,1996年推出SQL Server 6.5版本,1998年又推出了7.0版,并于2000年9月发布了SQL Server 2000,正式进入企业数据库的行列。SQL Server 2005则真正走向了成熟,与Oracle、IBM DB2形成了三足鼎立之势;之后SQL Server经历了2008、2008 R2、2012、2014、2016、2017、2019版本的持续投入和不断进化。

3.1.2 SQL Server 版本及优点

微软公司从1995年到2019年20多年来,开发的数据库管理系统SQL Server,各种业务数据处理新技术得到了广泛应用且不断快速发展和完善,其版本发布时间和开发代号见表3-1。

表 3-1 SQL Server 版本发布时间和开发代号

发布时间	产品名称	开发代号	内核版本
1995年	SQL Server 6.0	SQL 95	6.x
1996年	SQL Server 6.5	Hydra	6.5
1998年	SQL Server 7.0	Sphinx	7.x
2000年	SQL Server 2000	Shiloh	8.x
2003年	SQL Server 2000 Enterprise 64位版	Liberty	8.x
2005年	SQL Server 2005	Yukon	9.x

续表

发布时间	产品名称	开发代号	内核版本
2008 年	SQL Server 2008	Katmai	10.x
2005 年	SQL Server 2008 R2	Kilimanjaro	10.5
2012 年	SQL Server 2012	Denali	11.x
2014 年	SQL Server 2014	Hekaton	12.x
2016 年	SQL Server 2016	Data Explorer	13.x
2017 年	SQL Server 2017	—	14.x
2019 年	SQL Server 2019	—	15.x

SQL Server 2019(15.x)是微软公司最新研发的新一代旗舰级数据库和分析平台,旨在将 SQL Server 发展成一个平台,以提供开发语言、数据类型、本地或云以及操作系统选项。

SQL Server 2019 为所有数据工作负载带来了创新的安全性和合规性功能、业界领先的性能、任务关键型可用性和高级分析,现在还支持内置的大数据。同时带来了十大全新亮点,将行业领先的性能和 SQL Server 安全性引入所选的语言、平台、结构化和非结构化数据。

(1) 利用大数据的力量。具备由 SQL Server、Spark 和 HDFS 组成的可扩展计算和存储功能的大数据群集。数据可在扩展数据集中缓存。

(2) 将 AI 引入工作负载。完整的 AI 平台,可使用 Azure Data Studio Notebooks 在 SQL Server ML 服务或 Spark ML 中培训和实施模型。

(3) 消除数据迁移的需求。借助数据虚拟化,用户可以查询关系和非关系数据,而无须对数据进行迁移或复制。

(4) 了解可视数据并与之进行交互。使用 SQL Server BI 工具和 Power BI 报表服务器进行可视化数据浏览和交互式分析。

(5) 对操作数据运行实施分析。使用 HTAP 对操作数据进行分析的内存技术。通过持久内存提高并发性和规模。

(6) 自动调整 SQL Server。智能查询处理改善了查询的扩展,自动计划更正解决了性能问题。

(7) 减少数据库维护并延长业务正常运行时间。在线索引操作的增加延长了正常运行时间。现在可使用 Kubernetes 在容器上运行 Always On 可用性组。

(8) 提高安全性并保护使用中的数据。SQL Server 支持多个安全层,包括 Always Encrypted Secure Enclave 中的计算保护。

(9) 跟踪复杂资源的合规性。通过数据发现和分类(可通过标记确保遵守 GDPR)及漏洞评估工具跟踪合规性。

(10) 利用丰富选择和灵活性进行优化。支持选择 Windows、Linux 和容器。在 SQL Server 上运行 Java 代码,并存储和分析图形数据。

讨论思考

- (1) 什么是 SQL 和 T-SQL? 它们与 SQL Server 之间有什么关系?
- (2) SQL Server 2019 与同类数据库系统相比具有哪些亮点?

3.2 SQL Server 2019 的新增功能及版本

【案例 3-2】 全球数据量急剧增加需要快速处理。据全球权威 IT 研究与咨询机构 Gartner 统计,未来十年的数据量将增长 40 多倍。互联网数据中心(Internet Data Center, IDC)的研究报告称中国数据增长最显著。面对庞杂的数据处理,SQL Server 是世界上应用最广泛的关系网络数据库管理系统(DBMS),微软最新的 SQL Server 2019 可帮助企业更好地适应快速增长的业务需求。

3.2.1 SQL Server 2019 的新增功能

SQL Server 2019 为 SQL Server 引入了大数据群集,而且还为 SQL Server 数据库引擎、SQL Server Analysis Services、SQL Server 机器学习服务、Linux 上的 SQL Server 和 SQL Server Master Data Services 提供了附加功能和改进。

1. 可缩放的大数据解决方案

部署 SQL Server、Spark 和在 Kubernetes 上运行的 HDFS 容器的可缩放群集;在 Transact-SQL 或 Spark 中读取、写入和处理大数据;通过大容量大数据轻松合并和分析高价值关系数据;查询外部数据源;在由 SQL Server 管理的 HDFS 中存储大数据;通过群集查询多个外部数据源的数据;将数据用于 AI、机器学习和其他分析任务;在大数据群集中部署和运行应用程序;SQL Server 主实例数据库使用 Always On 可用性组等。

2. 数据库引擎安全

具有安全 Enclave 的 Always Encrypted;暂停和恢复透明数据加密(TDE)的初始扫描;SQL Server 配置管理器中的证书管理。

3. 图形

在图形数据库中,在边缘约束上定义级联删除操作;可以使用 MATCH 内的 SHORTEST_PATH 来查找图中任意 2 个结点之间的最短路径,或执行任意长度遍历;已分区表和已分区索引的数据被划分为多个单元,这些单元可以跨图形数据库中的多个文件组分散;在图形匹配查询中使用派生表或视图别名。

4. 索引

在 SQL Server 数据库引擎内启用优化,有助于提高索引中高并发插入的吞吐量。

此选项旨在用于易发生最后一页插入争用的索引,常见于有顺序键(如标识列、序列或日期/时间列)的索引;联机聚集列存储索引生成和重新生成;可恢复联机行存储索引生成。

5. 内存中数据库

SQL Server 数据库引擎的新功能,可以在需要时直接访问位于永久性内存(PMEM)设备上数据库文件中的数据库页;SQL Server 2019(15.x)引入了属于内存数据库功能系列的新功能,即内存优化 tempdb 元数据,它可有效消除此瓶颈,并为 tempdb 繁重的工作负荷解锁新的可伸缩性级别。在 SQL Server 2019(15.x)中,管理临时表元数据时所涉及的系统表可以移动到无锁的非持久内存优化表中。

6. Unicode 支持

支持使用 UTF-8 字符进行导入和导出编码,并用作字符串数据的数据库级别或列级别排序规则。这支持将应用程序扩展到全球范围,其中提供全球多语言数据库应用程序和服务的要求对于满足客户需求和特定市场规范至关重要。

7. PolyBase

外部表列名现可用于查询 SQL Server、Oracle、Teradata、MongoDB 和 ODBC 数据源。外部表支持 UTF-8 字符。

此外,SQL Server 2019 在性能监视、语言扩展、空间、性能、可用性组、设置、错误消息、Linux 上的 SQL Server、SQL Server 机器学习服务、Master Data Services、Analysis Services 等方面均有新增功能或更新。



3.2.2 SQL Server 2019 版本及对应功能

SQL Server 2019 共有 5 个版本,主要包括 Enterprise(企业版)、Standard(标准版)、Web(网站版)、Developer(开发人员版)和 Express(精简版),后两个可免费下载使用。其版本及对应功能见表 3-2。

表 3-2 SQL Server 2019 的主要版本及对应功能

版 本	主 要 功 能
Enterprise	提供了全面的高端数据中心功能,具有快速的性能和无限的虚拟化功能,以及端到端的商业智能——为关键任务的工作负载和终端用户访问数据提供高水平服务
Standard	为部门和小型组织提供基本的数据管理和商业智能数据库,以运行其应用程序,并支持用于现场和云的通用开发工具,使数据库能够以最少的 IT 资源进行有效管理
Web	是一项总拥有成本较低的选择,可针对从小规模到大规模的 Web 资产等内容提供可伸缩性、经济性和可管理性的能力
Developer	允许开发人员在 SQL Server 之上构建任何类型的应用程序。它包含企业版的所有功能,但被授权作为开发和测试系统使用,而不是作为生产服务器使用。SQL Server Developer 是构建和测试应用程序的人员的理想选择

续表

版本	主要功能
Express	精简版是入门级的免费数据库,是学习和构建桌面和小型服务器数据驱动应用程序的理想选择。对于构建客户端应用程序的独立软件供应商、开发人员和爱好者来说,这是最好的选择。如果用户需要更高级的数据库功能,则可以无缝地将 SQL Server Express 升级到其他更高级的 SQL Server 版本。SQL Server Express LocalDB 是一个轻量级的 Express 版本,它具有所有可编程特性,以用户模式运行,具有快速、零配置安装和简短的先决条件列表

☺ 讨论思考

- (1) SQL Server 2019 的新增功能主要包含哪些方面?
- (2) SQL Server 2019 的版本有哪几种? 说明各版本的功能差异?

3.3 SQL Server 2019 体系结构和文件

3.3.1 SQL Server 2019 的体系结构概述

1. 客户机/服务器体系结构

SQL Server 2019 的客户机/服务器(C/S)体系结构主要体现在:由客户机负责与用户进行交互和数据显示,服务器负责数据的存取、调用和管理,客户机向服务器发出各种操作请求(语句命令或界面菜单操作指令),服务器验证权限后根据用户请求处理数据,并将结果返回客户机,如图 3-1 所示。

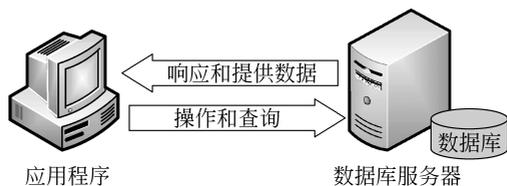


图 3-1 SQL 客户机/服务器体系结构

2. 数据库的三级模式结构

SQL Server 2019 支持数据库的三级模式结构,其中外模式对应视图,模式对应基本表,内模式对应存储文件,如图 3-2 所示。

1) 基本表

基本表(Base Table)也称基表,是实际存储在数据库中的数据表,是独立存在的,并非由其他表导出。一个基本表对应一个实际存在的关系。关系模型中数据(记录)为基本表的行,属性为列。

2) 视图

视图(View)是查看数据的一种方式,是从表或其他视图导出的数据并按需要做成的

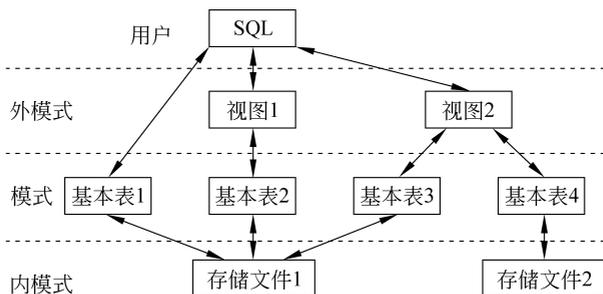


图 3-2 数据库的三级模式结构

虚表(如网页中的图书,只是其局部信息)。视图只在刚刚打开的一瞬间,通过定义从对应的基表中搜集并调用数据,展现给用户的是数据库外模式(可见的部分数据形式)。用户可以通过视图(如网页)调用数据库中对应基本表的数据。视图以一种逻辑定义形式保存在数据字典中。当基本表中的数据发生变化时,从视图中查询的数据也将相应地改变。在第 5 章进行具体介绍。

视图和基本表的主要区别如下。

- (1) 视图是已经编译好的 SQL 语句,而表不是。
- (2) 视图没有实际的物理记录,而表有具体数据(记录)。
- (3) 表是具体的数据结构及内容,视图是可见的窗口。
- (4) 表只用物理(存储)空间而视图不占用,视图只以逻辑概念(定义)存在,表可以及时地进行修改,视图只能用创建的语句修改。
- (5) 表是内模式(存储在计算机中),视图是外模式。
- (6) 视图是查看数据表的一种方法,可以查询数据表中某些字段构成的数据,只是一些 SQL 语句的集合。从安全的角度来说,视图可以避免用户接触数据表,从而不知道表的结构。
- (7) 表属于全局模式中的表(结构及数据),是实表;视图属于局部模式的表(部分数据),是虚表。
- (8) 视图的建立和删除只影响视图本身,不影响对应的基本表。

3) 存储文件

存储文件是数据库内模式(内部存储方式及逻辑结构)的基本单位,其逻辑结构构成关系数据库的内模式。物理结构(如存取路径及索引)可由需要而定。存储文件的存储结构对用户很明确,各存储文件与外存设备上的物理文件对应。基本表和存储文件的关系如下。

- (1) 每个基本表可以对应一个或几个存储文件(如索引文件)。
- (2) 每个存储文件可以存放一个或几个基本表。
- (3) 每个基本表可以有多个索引,索引存放在存储文件中。

4) SQL 用户

SQL 用户,是指利用终端对数据库系统及应用程序的操作者,包括终端用户、数据库管理员和数据库应用程序员。通常,各种用户可以利用 SQL 依其具体使用权限,通

过网络应用系统的界面对视图和基本表进行业务数据的操作,如网上购物和网银操作等。

3. SQL Server 2019 的体系结构

SQL Server 具有大规模处理联机事务、数据仓库和商业智能等许多强大功能,这与其内部完善的体系结构是密切相关的。SQL Server 2019 主要包括数据库引擎(Database Engine)、分析服务(Analysis Services)、集成服务(Integration Services)、报表服务(Reporting Services)以及主数据服务(Master Data Services)等组件,各组件的组成结构如图 3-3 所示。

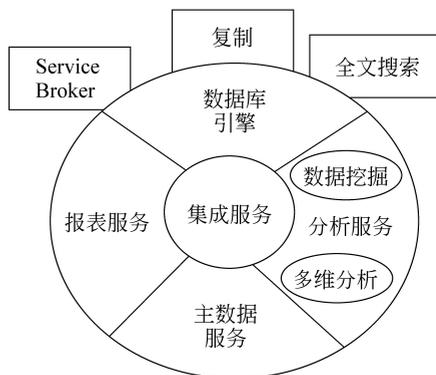


图 3-3 各组件的组成结构

用于操作、管理和控制的数据库引擎是整个系统的主要核心,其他所有组件都与其有着密不可分的联系。SQL Server 数据库引擎有协议(Protocol)、查询编译与执行引擎(Query Compilation and Execution Engine)、存储引擎(Storage Engine)和 SQLOS(User Mode Operating System)4 大组件。各客户端提交的操作指令都与这 4 个组件交互。SQL Server 2019 主要组件之间的关系如图 3-4 所示。

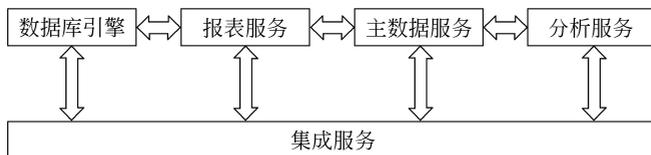


图 3-4 SQL Server 2019 主要组件之间的关系

1) 服务器组件

使用 SQL Server 2019 安装向导的“功能选择”页面,可以选择安装 SQL Server 服务器组件。表 3-3 列出了 SQL Server 2019 的主要服务器组件。

表 3-3 SQL Server 2019 的主要服务器组件

服务器组件	主要功能
SQL Server 数据库引擎	SQL Server 数据库引擎包括引擎、部分工具和“数据库引擎服务”(DQS)服务器,其中,引擎用于存储、处理和保护数据,复制及全文搜索的核心服务,工具用于管理数据库分析集成中、可访问 Hadoop 及其他异类数据源的 Polybase 集成中的关系数据和 XML 数据
分析服务	分析服务包括一些工具,可用于创建和管理联机分析处理(OLAP)以及数据挖掘应用程序

续表

服务器组件	主要功能
报表服务	报表服务包括用于创建、管理和部署表格报表、矩阵报表、图形报表，以及自由格式报表的服务器和客户端组件。报表服务还是一个可用于开发报表应用程序的可扩展平台
集成服务	集成服务是一组图形工具和可编程对象，用于移动、复制和转换数据。它还包括数据库引擎服务(DQS)的集成服务组件
主数据服务	主数据服务是针对主数据管理的 SQL Server 解决方案。可以配置 MDS 来管理任何领域(产品、客户、账户)；主数据服务中可包括层次结构、各种级别的安全性、事务、数据版本控制和业务规则，以及可用于管理数据的用于 Excel 的外接程序
机器学习服务(数据库内)	机器学习服务(数据库内)支持使用企业数据源的分布式、可缩放的机器学习解决方案。支持 R 语言和 Python
机器学习服务器(独立)	机器学习服务器(独立)支持在多个平台上部署分布式、可缩放机器学习解决方案，并可使用多个企业数据源，包括 Linux 和 Hadoop。支持 R 语言和 Python

2) 管理工具

在实际应用中，经常使用 SQL Server 2019 的主要管理工具，见表 3-4。

表 3-4 SQL Server 2019 的主要管理工具

管理工具	主要功能
SQL Server Management Studio	SQL Server Management Studio 是用于访问、配置、管理和开发 SQL Server 组件的集成环境； SQL Server Management Studio 使各种技术水平的开发人员和管理员都能使用 SQL Server； SQL Server Management Studio 需要单独下载并安装
SQL Server 配置管理器	SQL Server 配置管理器为 SQL Server 服务、服务器协议、客户端协议和客户端别名提供基本配置管理
SQL Server Profiler	SQL Server Profiler 提供了一个图形用户界面，用于监视数据库引擎实例或分析服务实例
数据库引擎优化顾问	数据库引擎优化顾问可以协助创建索引、索引视图和分区的最佳组合
数据质量客户端	提供了一个非常简单和直观的图形用户界面，用于连接到 DQS 数据库并执行数据清理操作。它还允许用户集中监视在数据清理操作过程中执行的各项活动
SQL Server Data Tools	SQL Server Data Tools 提供 IDE 以便为以下商业智能组件生成解决方案：分析服务、报表服务和集成服务(以前称作 Business Intelligence Development Studio)； SQL Server Data Tools 还包含数据库项目，为数据库开发人员提供集成环境，以便在 Visual Studio 内为任何 SQL Server 平台(包括本地和外部)执行其所有数据库设计工作。数据库开发人员可以使用 Visual Studio 中功能增强的服务器资源管理器，轻松创建或编辑数据库对象和数据或执行查询

续表

管理工具	主要功能
连接组件	安装用于客户端和服务端之间通信的组件,以及用于 DB-Library、ODBC 和 OLE DB 的网络库

4. 数据库存储结构及文件种类

1) 数据库的存储结构

数据库的存储结构包括数据库的逻辑结构和物理结构两种。

(1) 数据库的逻辑结构。表示数据库中各数据之间的逻辑关系,数据库由多个用户界面可视对象构成,主要包括的数据库对象有数据表、视图、约束、规则、默认、索引等。

(2) 数据库的物理结构。数据库中数据的存储方式和方法(存储路径和索引方式),主要描述数据存储的实际位置,对应一系列的物理文件,一个数据库由一个或多个文件组成。

2) 数据库文件

常用的数据库文件主要有主要数据文件、次要数据文件、事务日志文件三种。

(1) 主要数据文件。数据库的起点,指向数据库中文件的其他部分,记录数据库所拥有的文件指针。每个数据库有且只有一个主要数据文件,默认扩展名为 mdf。

(2) 次要数据文件。次要数据文件也称为辅助数据文件,包含除主要数据文件外的所有数据文件。有些数据库可能无次要数据文件,而有些数据库可能有多个,不是数据库必需的文件,默认扩展名是 ndf。

(3) 事务日志文件。事务日志文件简称日志文件,是包含用于恢复数据库所需的所有操作日志信息的文件。每个数据库必须至少有一个日志文件,默认扩展名是 ldf。

使用这些扩展名有助于标识文件的用途,但 SQL Server 不强制使用 mdf、ndf 和 ldf 作为文件扩展名。数据库文件组织案例如图 3-5 所示。

3) 数据库文件组

为了便于管理和分配数据,SQL Server 将多个数据库文件组成一个组。数据库文件组是数据文件的逻辑组合。主要包括以下 3 类。

(1) 主文件组。主文件组包含主要数据文件和未指明组的其他文件。如在创建数据库时,未指定其他数据文件所属的文件组。数据库的所有系统表都被分配到(包含在)主文件组中,当主文件组的存储空间用完之后,将无法向系统表中添加新的目录信息,一个数据库有一个主文件组。

(2) 次文件组。次文件组也称用户自定义文件组,是用户首次创建或修改数据库时自定义的,其目的在于数据分配,以提高数据表的读写效率。

(3) 默认文件组。各数据库都有一个被指定的默认文件组。若在数据库中创建对象时没指定其所属的文件组,则将被分配给默认文件组。

数据库文件和文件组遵循的规则:一个文件或文件组只能被一个数据库使用;一个文件只能属于一个文件组;日志文件不能属于任何文件组。

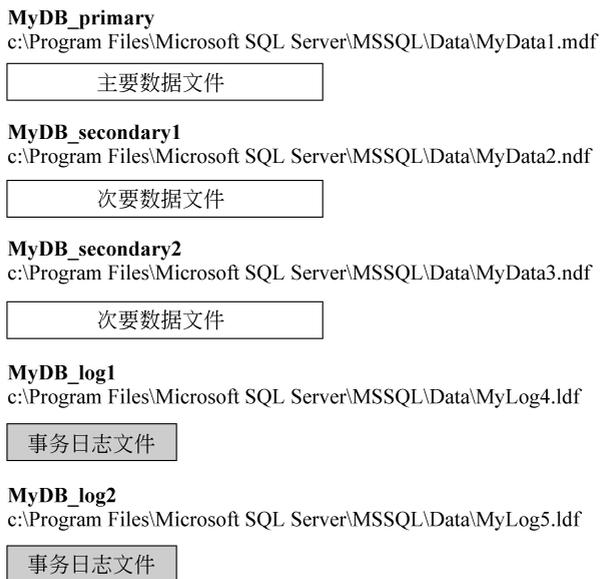


图 3-5 数据库文件组织案例

注意：为了提高使用效率，使用数据文件和文件组应注意以下 4 点。

- (1) 在创建数据库时，需要考虑数据文件可能会出现自动增长的情况，应当设置上限，以免占满磁盘空间。
- (2) 主文件组可以容纳各系统表。当容量不足时，后更新的数据可能无法添加到系统表中，数据库也可能无法进行追加或修改等操作。
- (3) 建议将频繁查询或频繁修改的文件分放在不同的文件组。
- (4) 将索引、大型的文本文件、图像文件放到专门的文件组里。

3.3.2 SQL Server 数据库的种类及文件

1. SQL Server 数据库的种类和特点

数据库对象，是指数据库中的数据在逻辑上组成一系列对象（数据库的组成部分）。当一个用户连接数据库后，所看到的是逻辑对象，而不是物理的数据库文件。例如在“对象资源管理器”中可以查看的（数据）表、索引、视图等。

SQL Server 2019 数据库对象的类型如图 3-6 所示。

数据库是存放各种对象（表、视图、约束、规则、索引等）的逻辑实体。逻辑上表现（界面中看到的）为数据库对象，物理上表现为数据库文件（主要数据文件、次要数据文件或事务日志文件）。

在 SQL Server 实例中，数据库被分为系统数据库、用户数据库和示例数据库 3 大类。



图 3-6 SQL Server 2019 数据库对象的类型

1) 系统数据库

系统数据库,是指随着安装程序一起安装,用于协助 SQL Server 2019 系统共同完成管理操作的数据库,它们是 SQL Server 2019 运行的基础。系统数据库存储有关 SQL Server 的系统信息,它们是 SQL Server 2019 管理数据库的依据。如果系统数据库遭到破坏,SQL Server 2019 将不能正常启动。

在安装 SQL Server 2019 时,将创建 master 数据库、model 数据库、msdb 数据库、resource 数据库和 tempdb 数据库共 5 个系统数据库。这些数据库各司其职,其功能见表 3-5。

表 3-5 SQL Server 2019 的系统数据库

系统数据库	主要功能
master 数据库	记录 SQL Server 实例的所有系统级信息
model 数据库	用作 SQL Server 实例上创建的所有数据库的模板。对 model 数据库进行的修改(如数据库大小、排序规则、恢复模式和其他数据库选项)将应用于以后创建的所有数据库
msdb 数据库	用于 SQL Server 代理计划警报和作业
resource 数据库	一个只读数据库,包含 SQL Server 包括的系统对象。系统对象在物理上保留在 resource 数据库中,但在逻辑上显示在每个数据库的 sys 架构中
tempdb 数据库	一个工作空间,用于保存临时对象或中间结果集

(1) master 数据库。它记录 SQL Server 系统的所有系统级信息。包括实例范围的元数据(例如登录账户)、端点、连接服务器和系统配置设置。在 SQL Server 中,系统对象不再存储在 master 数据库中,而是存储在 resource 数据库中。此外, master 数据库还

记录了所有其他数据库的存在、数据库文件的位置,以及 SQL Server 的初始化信息。因此,如果 SQL Server master 数据库不可用,则无法启动。

(2) model 数据库。用于在 SQL Server 实例上创建的所有数据库的模板。因为 SQL Server 每次启动时都会创建 tempdb 数据库;model 数据库的全部内容(包括数据库选项)都会被复制到新的数据库中;启动期间,也可使用 model 数据库的某些设置创建新的 tempdb。因此,model 数据库必须始终存在于 SQL Server 系统中。

(3) msdb 数据库。代理使用 msdb 数据库来计划警报和作业,SQL Server Management Studio、Service Broker 和数据库邮件等其他功能也要使用该数据库。

例如,SQL Server 在 msdb 的表中自动保留一份完整的联机备份和还原历史记录。这些信息包括执行备份一方的名称、备份时间和用来存储备份的设备或文件。SQL Server Management Studio 使用这些信息来提出计划,还原数据库和应用任何事务日志备份。将会记录有关所有数据库的备份事件,即使它们是由自定义应用程序或第三方工具创建的。例如,如果使用调用 SQL Server 管理对象(SMO)的 Microsoft Visual Basic 应用程序执行备份操作,则事件将记录在 msdb 系统表、Microsoft Windows 应用程序日志和 SQL Server 错误日志中。为了保护存储在 msdb 中的信息,建议将 msdb 事务日志放在容错存储区中。

(4) resource 数据库。resource 数据库为只读数据库,包含 SQL Server 中的所有系统对象。SQL Server 系统对象(如 sys.objects)在物理上保留在 resource 数据库中,但在逻辑上却显示在每个数据库的 sys 架构中。resource 数据库不包含用户数据或用户元数据。

resource 数据库的物理文件名为 mssqlsystemresource.mdf 和 mssqlsystemresource.ldf。这些文件位于 <drive>:\Program Files\Microsoft SQL Server\MSSQL<version>.\<instance_name>\MSSQL\Binn\,不应移动。每个 SQL Server 实例都具有一个(也是唯一的一个)关联的 mssqlsystemresource.mdf 文件,并且实例间不共享此文件。

(5) tempdb 数据库。tempdb 系统数据库是一个全局资源,可供连接到 SQL Server 实例或 SQL 数据库的所有用户使用。tempdb 用于保留。

① 显式创建的临时用户对象。例如,全局或局部临时表及索引、临时存储过程、表变量、表值函数返回的表或游标。

② 由数据库引擎创建的内部对象。其中包括:用于存储假脱机、游标、排序和临时大型对象(LOB)存储的中间结果的工作表;用于哈希连接或哈希聚合操作的工作文件;用于创建或重新生成索引等操作(如果指定了 SORT_IN_TEMPDB)的中间排序结果,或者某些 GROUP BY、ORDER BY 或 UNION 查询的中间排序结果。

③ 版本存储区,是数据页的集合,它包含支持使用行版本控制的功能所需的数据行。

tempdb 中的操作是最小日志记录操作,以便回滚事务。每次启动时都会重新创建 tempdb 数据库,从而在系统启动时总是具有一个干净的数据库副本。在断开连接时会自动删除临时表和存储过程,并且在系统关闭后没有活动连接。因此,tempdb 中不会有任何内容从一个 SQL Server 会话保存到另一个会话。不允许对 tempdb 数据库进行备份和还原操作。

2) 用户数据库

用户数据库,是指由用户建立并使用的数据库,用于存储用户使用的数据信息。

用户数据库由用户建立,且由永久存储表和索引等数据库对象的磁盘空间构成,空间被分配在操作系统文件上。系统数据库与用户数据库的结构如图 3-7 所示。用户数据库和系统数据库一样,也被划分成许多逻辑页,通过指定数据库 ID、文件 ID 和页号,可引用任何一页。当扩大文件时,新空间被迫加到文件末尾。

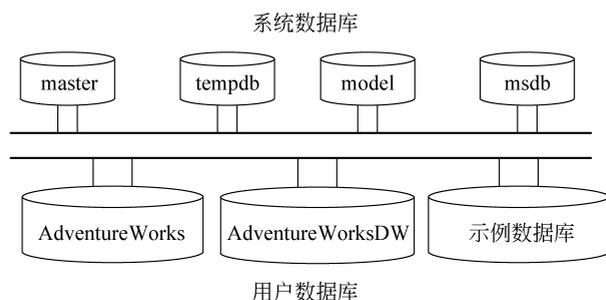


图 3-7 系统数据库与用户数据库的结构

3) 示例数据库

示例数据库是一种实用的学习数据库的范例,安装 SQL Server 2019 时,默认情况下不会自动安装示例数据库,需要单独下载安装和设置。

2. 数据库逻辑组件

数据库(空间)的存储(安排),实际上是按物理方式在磁盘上以多个文件方式实现的。用户使用数据库时调用的主要是逻辑组件,如图 3-8 所示。

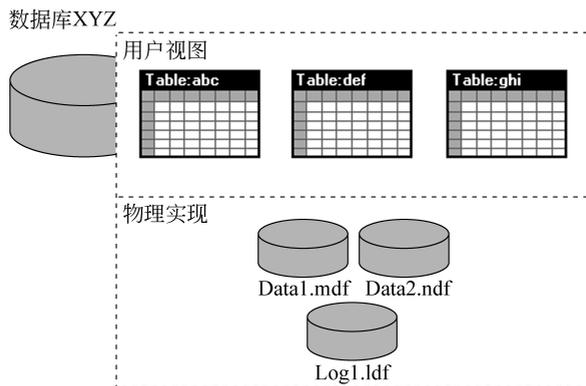


图 3-8 用户使用数据库时调用主要的逻辑组件

讨论思考

- (1) 解释 SQL Server 2019 的体系结构。
- (2) SQL Server 数据库文件的种类具体有哪些?

(3) SQL Server 系统数据库有哪些? 其作用分别是什么?

3.4 数据库语句使用规则和特点

【案例 3-3】 数据库语句使用规则特别重要。用于业务数据处理与管理等,有两种常用的操作方式:一是通过 SSMS(SQL Server Management Studio)的界面菜单方式进行操作;二是利用 SQL 语句及扩展的事务-结构化查询语言 T-SQL(Transact Structured Query Language, Transact-SQL)方式。T-SQL 是 SQL Server 的核心组件,在数据处理与管理等常用操作语句中,其使用规则极为重要,特别是在动态数据处理及系统运行中更为常用。

3.4.1 数据库语句的种类及特点

1. 数据库语句的种类及功能

根据数据库的基本功能,将常用操作命令语句主要概括为数据定义语言(Data Definition Language, DDL)、数据操作语言(Data Manipulation Language, DML)、数据控制语言(Data Control Language, DCL)、事务管理语言(Transact Management Language, TML)和其他附加的语言等 5 类,具体功能特点及操作和应用将以第 4 章为重点在后续内容中进行介绍。

(1) 数据定义语言(DDL)。SQL Server 的功能非常强大且其性能优异高效,其中的数据定义语言的功能包括对数据库、表(数据表)、视图、索引等操作对象的定义(建立)和删除(撤销)等,见表 3-6。具体操作将陆续进行介绍。

表 3-6 SQL Server 常用的数据定义语言

操作对象	操作方式		
	创 建	修 改	删 除
数据库	CREATE DATABASE	ALTER DATABASE	DROP DATABASE
(数据)表	CREATE TABLE	ALTER TABLE	DROP TABLE
视图	CREATE VIEW	ALTER VIEW	DROP VIEW
索引	CREATE INDEX		DROP INDEX

(2) 数据操作语言(DML)。主要功能包括插入数据 INSERT、更新修改数据 UPDATE、删除数据 DELETE 和数据查询 SELECT 等,具体操作及用法将在 4.3 节中进行介绍。

(3) 数据控制语言(DCL)。为了确保数据库的安全,需要对用户使用表中的数据的权限进行管理和控制。数据控制语言主要用于实现对数据库进行安全管理和权限管理等控制,如 GRANT(赋予权限)、DENY(禁止赋予的权限)、REVOKE(收回权限)等

语句。

(4) 事务管理语言(TML)。主要用于事务管理操作。如将资金从一个账户转账到另一个账户。可用 COMMIT 语句提交事务,也可用 ROLLBACK 语句撤销。

(5) 其他附加的语言。主要用于辅助命令语句的操作、标识、理解和使用,包括标识符、变量、常量、运算符、表达式、数据类型、函数、流程控制、错误处理、注释等。

2. 数据库 T-SQL 的主要特点

事务-结构化查询语言 T-SQL,实际是 SQL 在 Microsoft SQL Server 上的扩展,是用于数据处理应用程序与同 SQL Server 交互的主要语言。

T-SQL 的主要特点,可以概括如下。

(1) 多功能综合统一。交互式查询语言功能强大,简单易学,而且集数据定义、数据操作、数据控制、事务管理语言和附加语言元素为一体。

(2) 高度非过程化。用 SQL 进行数据操作时,只要提出“做什么”,而无须指明具体“怎么做”。选择存取路径和 SQL 语句的操作过程由系统自动完成,极大地减轻了用户负担,提高了数据独立性。

(3) 面向集合的操作方式。SQL 操作的对象和结果都是集合(关系),用关系(二维数据表结构方式)表示数据处理操作更快捷、方便。

(4) 一种语法,两种使用方式。SQL 既是自含式语言——在终端键盘上直接输入 SQL 命令对数据库进行操作,又是嵌入式语言——将 SQL 语句嵌入到高级语言中进行数据处理,如在 C、C++、C#、Java、PHP 等编写的程序中使用 SQL 语句,且语法结构基本一致。

(5) 语言简洁,易学易用。SQL 极为接近人的思维习惯,而且常用操作的核心功能(建立、插入、修改、更新、删除、查询和权限管理等)语句比较少,易于理解和掌握。

3.4.2 数据库语法规则及注释语句

1. 命令语句使用的语法规则

结构化查询语言 SQL 是用于管理、控制和操作数据库的标准计算机语言,主要功能包括:创建(定义)、修改、删除数据库及数据表,存取、插入、更新、删除数据,在数据库中创建索引及视图、设置表、建立存储过程,以及授予视图和存储过程的权限等。

SQL 及 T-SQL 主要用于 SQL Server 提供的数据库定义和数据操作的具体应用、管理控制、调用数据库对象和数据处理等。

为了便于实际操作应用语句,在书写使用中的语法规则如下。

- (1) “< >”(尖括号)中的内容为“必选项”,不可缺省。
- (2) “[]”(方括号)中的内容为“可选项”,省略时系统取默认值。
- (3) “|”(同或/)表示相邻前后两项“二者选其一”,只能取一项。
- (4) “…”表示其中的内容可以重复书写,且各项之间须用逗号隔开。
- (5) 一条较长语句可以分成多行书写且以“;”(称为换行符或改行符,也可以使用回

车操作)结尾,但是,在同一行不允许写多条语句。

(6) 在一个关键字的中间不能加入空格或换行符。

(7) 在 T-SQL 中,保留关键字是 SQL 中系统预留或事先定义好的关键字,命令和语句的写书不区分大小写。关键字不能缩写也不能分行。

(8) 在书写各种 SQL 命令时,所涉及的标点符号,如括号、逗号、分号、圆点(英文句号)等都应是英文半角,若写成中文符号或全角符号,将会在执行命令时出错。

说明

(1) 上述语法规则(1)至(4)中的有关符号,只是用于与读者交流的书写“印刷符”,在实际 SQL Server 系统操作中这些符号不可输入。

(2) SQL 语句不区分大小写,也可以用前 4 个字母缩写,但是为了便于阅读和维护不提倡缩写,通常在编写 SQL 时,还是尽量统一保留关键字的大小写。例如,以大写字母的形式写保留关键字,以小写字母的形式写表或列名。另外,根据使用数据库的不同,在部分数据库中区分表或列名的大小写。

2. 注释语句

在 T-SQL 程序中,注释语句主要用于对程序语句的解释说明并增加阅读性,有助于对源程序语句的理解和修改维护,系统对注释语句不予以执行。当在查询分析器中使用注释语句时,相应被注释的部分变为蓝绿色。注释语句包括多行注释语句和单行注释语句两种。

(1) 多行注释语句。多行注释语句也称为块注释语句,通常放在程序(块)的前面,用于对程序功能、特性和注意事项等方面的说明,以 /* 开头并以 */ 结束。例如:

```
/* 以下为数据修改程序  
   请注意修改的具体条件及确认 */
```

(2) 单行注释语句。单行注释语句也称为行注释语句,通常放在一行语句的后面,用于对本行语句的具体说明,是以两个减号(--)开始的若干字符。例如:

```
-- 定义(声明)局部变量  
-- 为局部变量赋初始值
```

讨论思考

- (1) T-SQL 常用的语法规则是什么?
- (2) T-SQL 常用操作语言的种类具体有哪些?
- (3) T-SQL 的特点及注释语句是什么?

3.5 实验 SQL Server 2019 安装及操作界面

本节主要介绍 SQL Server 2019 的安装、配置、登录、操作界面和功能操作。

3.5.1 实验目的

- (1) 掌握 SQL Server 2019 的安装或升级方法及过程。
- (2) 理解 SQL Server 2019 服务器配置和登录的方法。
- (3) 掌握 SQL Server 2019 的常用操作界面及功能。

3.5.2 实验要求及安排

1. 运行环境

运行环境: SQL Server 2019 RTM 官方版。

操作系统: Windows 10。

2. 学时安排

学时安排: 建议 2~3 学时(可以安排课后补充练习)。

3.5.3 实验内容及步骤

1. SQL Server 2019 的安装与升级

1) 常用的全新安装过程

根据常用 SQL Server 2019 安装向导进行安装。SQL Server 安装向导提供了一个用于安装所有 SQL Server 组件的功能树,便于根据需要分别安装这些组件。

还可采用安装 SQL Server 2019 的其他方法。

- (1) 从命令提示符安装 SQL Server 2019。
- (2) 使用配置文件安装 SQL Server 2019。
- (3) 使用 SysPrep 安装 SQL Server 2019。
- (4) 创建新的 SQL Server 故障转移群集(安装程序)。
- (5) 使用安装向导(安装程序)升级到 SQL Server 2019。

SQL Server 2019 常用的全新安装步骤如下。

(1) 下载或插入 SQL Server 2019 安装软件,然后双击根目录中的 Setup.exe,出现安装界面。

(2) 这里要创建新的 SQL Server 安装,单击左侧导航栏中的“安装”,然后单击“全新 SQL Server 独立安装或向现有安装添加功能”,如图 3-9 所示,进入安装过程。

(3) 进入“Microsoft 更新”界面。检查完成后,单击“下一步”按钮。

(4) 进入“安装规则”界面。进行安装程序文件和安装规则检查的结果如图 3-10 所示,单击“下一步”按钮。

(5) 进入“安装类型”选择界面。选择默认的“执行 SQL Server 2019 的全新安装”后,单击“下一步”按钮。



图 3-9 SQL Server 安装中心界面

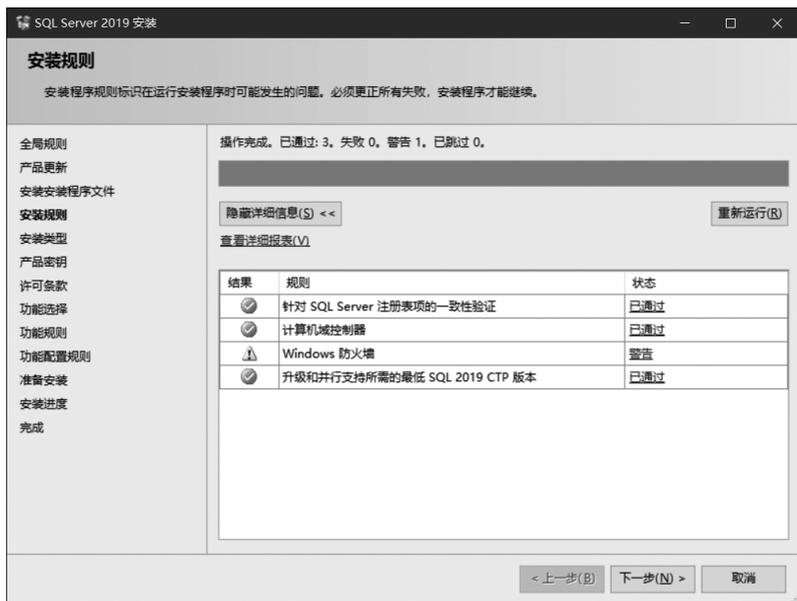


图 3-10 “安装规则”界面

(6) 进入“产品密钥”界面。选择某个选项以安装免费的 SQL Server 版本,或者具有 PID 密钥的生产版本。选择好后,单击“下一步”按钮。

(7) 进入“许可条款”界面。勾选“我接受许可条款”复选框,然后单击“下一步”按钮。为了帮助改进 SQL Server,还可启用功能使用情况选项并将报告发送给 Microsoft。

(8) 进入“功能选择”界面。勾选“数据库引擎服务”复选框,如图 3-11 所示,单击“下一步”按钮。

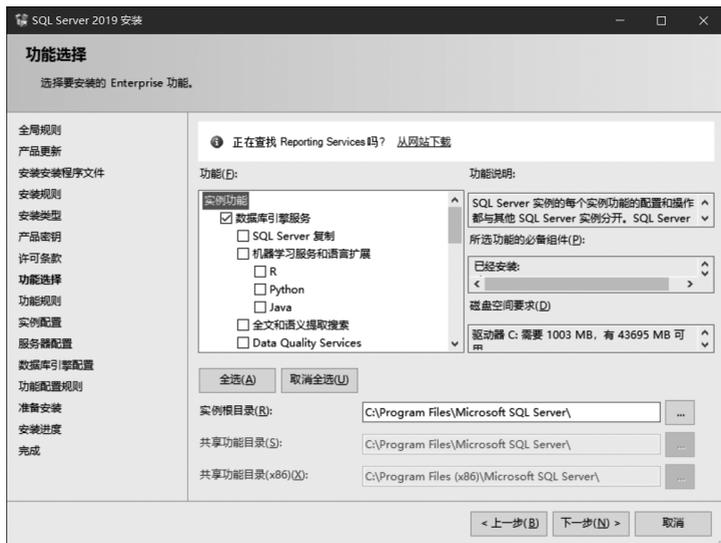


图 3-11 “功能选择”界面



(9) 进入“实例配置”界面。在此选择“默认实例”(一台服务器只能有一个默认实例)或“命名实例”(需要输入有效的命名实例名称)后,单击“下一步”按钮。

(10) 进入“服务器配置”界面。在此保持默认配置,单击“下一步”按钮。

(11) 进入“数据库引擎配置”界面。选择使用混合模式,输入密码后单击下部的“添加当前用户”按钮,如图 3-12 所示,单击“下一步”按钮。还可利用其他选项卡进行更多的设置。

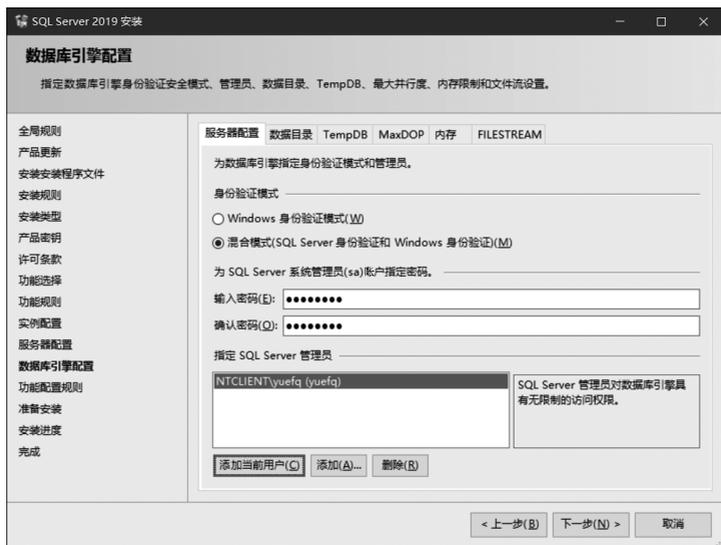


图 3-12 “数据库引擎配置”界面