

国内首本介绍最新DB2 V9高级应用开发的技术参考书

DB2 V9/9.5 高级应用开发

管松 主编

肖振春 张建伟 林光国 王东明 等编著



电子工业出版社

PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY
<http://www.phei.com.cn>

DB2 V9/9.5 高级应用开发

管松 主编

肖振春 张建伟 林光国 王东明 闫庆宏 李尚强 王庆法 编著

电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京•BEIJING

内 容 简 介

本书是国内首本以 DB2 最新发布版本 V9 为依据,展示 DB2 最新特性的作品,综合市场需求与实践中的案例总结,突出 DB2 V9 在实践中的应用。

全书共分 8 章,内容主要包括 DB2 及应用开发基础、DB2 JDBC 应用开发、使用 PHP 开发 DB2 应用、DB2 V9 中的 pureXML、DB2 .NET 应用开发、DB2 嵌入式 SQL 应用开发、DB2 高级应用、DB2 并发技术和性能调整。

全书内容深入浅出,见解精辟,无论是用于教学还是对于从事 DB2 应用开发的专业人士,本书均是一本不可或缺的工具书。

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。

版权所有,侵权必究。

图书在版编目(CIP)数据

DB2 V9/9.5 高级应用开发 / 管松主编. —北京: 电子工业出版社, 2009.1

(IBM 中国开发中心系列)

ISBN 978-7-121-07421-9

I. D… II. 管… III. 关系数据库—数据库管理系统, DB2V9/9.5 IV. TP311.138

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 146206 号

责任编辑: 高洪霞

印 刷: 北京智力达印刷有限公司

装 订: 北京中新伟业印刷有限公司

出版发行: 电子工业出版社

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编 100036

开 本: 787×1092 1/16 印张: 29.25 字数: 718 千字

印 次: 2009 年 1 月第 1 次印刷

印 数: 3500 册 定价: 69.00 元

凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题, 请向购买书店调换。若书店售缺, 请与本社发行部联系, 联系及邮购电话: (010) 88254888。

质量投诉请发邮件至 zlts@phei.com.cn, 盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

服务热线: (010) 88258888。

丛 书 序

为致力于软件业务在中国的长期发展,IBM 公司于 1999 年在中国投资成立了中国开发中心(IBM China Development Lab, CDL)。在为 IBM 全球客户提供满足需求的软件、硬件产品,以及技术和解决方案的同时,作为 IBM 全球软件资源在中国的窗口,CDL 把全球先进技术引入中国,为中国软件产业与世界的交流搭建桥梁。

八年来,CDL 不断吸引全球卓越的科技和管理人才,以及中国各大学府的顶尖学生、优秀工程师加入,并积极致力于同本土合作伙伴共同建设团队,研发队伍从八年前的 100 多位软件工程师增至今天的 3000 多位,年平均成长速度超过 50%。

CDL 高度重视员工培养,除各种短期或长期的培训,员工还被派往 IBM 在美国或其他地区的实验室,与世界各地同仁一起工作,在工作中学习先进的技术和管理方式。CDL 更是将 IBM 全球实验室中拥有丰富经验的技术和管理人才请到中国工作,向中国员工传授经验。庞大的资金注入,人性化的管理方式,以及对人才方面的巨大投资,对人力资本的极度重视,使中国开发中心得以与 IBM 全球实验室共同成长,最终拥有一支经验丰富,训练有素的团队。

目前,CDL 与全世界同步发展多项领域产品,正在为包括 Information Management、WebSphere、Lotus、Tivoli、Rational 在内的所有 IBM 软件核心产品的研究和开发作出卓越贡献,并在 SOA、数据库、WebSphere 产品系列、普及运算、Lotus Workplace Client 技术及 Linux 系统方面取得非凡的成就,被视为 IBM 全球产品的开发重心之一。

在 CDL 高速发展的同时,为将信息产业的最新技术尽快地转化为对中国用户有价值的解决方案,帮助用户更有成效地开展业务,增强竞争优势,我们恪守为中国软件业与世界交流搭建桥梁的承诺,希望将 IBM 全球公司几十年的技术积淀和我们的心得与大家共同分享,于是,我们选择了实力非凡、专业创新的电子工业出版社博文视点公司作为合作伙伴,推出这一由 IBM 中国开发中心(CDL)的架构师、资深软件工程师们编写的系列丛书,范围涵盖了从开发实践、测试方法、项目实践、最新技术标准和发展趋势探讨,到先进解决方案构建、面向服务的架构的提供等诸多方面。

我希望这套丛书能把我们一线专家宝贵的经验，以及我们的见解呈现给读者，并希望无论是企业 IT 经理、程序设计和开发人员、软件工程师、软件架构师，还是在校学生，或者是对计算机领域有兴趣的人员，都能从中获取知识或者得到启发。

在同业界分享经验和世界最新技术及趋势的同时，我们希望能为推动中国软件产业的加速发展贡献微薄之力。IBM 中国开发中心将一如既往地同业界同仁一起，共铸中国信息产业的辉煌明天！

Josephine Cheng

郑劬勤

IBM 院士、总经理 IBM 中国开发中心

专家推荐

当我听到 IBM 中国软件开发中心的同仁即将出版一本讨论 DB2 应用开发的书籍时，感到十分兴奋。也忆起当年在校第一次接触关系型数据库及其查询语言 SEQUEL 的往事。1975 年，SEQUEL 只是刚发表的论文，无论作业还是考试，学生与教授均只能以书面出题，书面作答及批改。而今，由 IBM 研究实验室发展出来的关系型数据模型及其 SQL 查询语言已成为全世界的标准模式，而 DB2 产品系列亦成为全球应用非常普遍的数据库系统。

DB2 应用开发的概念是研究如何融合一种编程语言（如 COBOL、C/C++、JAVA）与 DB2 系统。这种融合包括了语意及资料交换和程序控制，也就是一般所称的应用编程界面（API）。DB2 最初所提出的模式是将 SQL 语言延伸至应用编程语言的源程序，即为本书中所提到的 DB2 嵌入式 SQL 开发。其特点是将应用程序与 DB2 紧密结合，使应用程序编程更容易，执行时更有效率。此技术利用 DB2 的预编译器（Precompiler）提取 SQL 语句。处理后，生成相对应的应用程序语句。另外一种方式是由应用程序直接调用 DB2 提供的各种子程序来连接至 DB2 数据库，发出 SQL 请求，并交换各种需要的数据。这种方式提供了 CLI，ODBC，OLEDB 式样的应用界面给 C/C++ 应用环境，提供了 JDBC 的应用界面给 Java 应用环境，以及相似的应用界面对 PHP 等脚本语言的支持。由于预编译器的一些功能由应用程序开发人员编写程序来取代，因此，开发出来的源程序会比较长，维护工作也比较烦琐，但是避免了对预编译器的需要，这样使得一些新的应用环境能很快地与 DB2 数据库结合，也减少了在应用开发中预编译的步骤。

以上两种 DB2 的应用开发模式，都是通过 SQL 语言来实现的。随着面向对象的方法在应用中的日益普遍，以对象持久化为概念而推出的应用开发模型也是一种新的趋势，特别是在一些新兴的应用类型中这种趋势更为明显。Hibernate 是大家所熟知的一个基于开放源代码及针对 Java 应用的数据持久化框架，EJB 实体 Bean 是 J2EE 下管理持久化数据的组件框架。

随着 DB2 技术的发展，许多应用技术从传统的用户层转移至 DB2 服务器端。参照完整性约束最早是由用户应用来实现的，现在多半由 DB2 实现了。随之而来的，也是为大家所熟知的，有存储过程、触发器，用户自定义类型与用户自定义函数等。DB2 服务器端所生成的应用也都有着各种应用开发的环境及技术。DB2 的各种约束、触发器及用户自定义类型大多是由 SQL 语句来定义的。存储过程及用户定义函数可以通过 SQL 语句来开发，也可以用传统的应用语言来开发，例如 COBOL、C/C++、Java 等。在这些情况下，使用嵌入式模式或者调用式接口模式均可。

XML 即可扩展标记语言，经过近年来的快速发展，已经成为各行业资讯交换的标准。关系型数据库模型以表（也就是行与列的方式）存储及访问数据。而 XML 数据模型以层次型（也就是树形的方式）存储及访问数据。XPath 及 XQuery 是访问 XML 层次型数据的基本语言。DB2 最早推出基于用户定义数据类型及函数为技术基础的 XML 扩展器。DB2v9 提供了纯 XML 的存储、索引、优化，以及最先进的 SQL/XML 及 XQuery 查询语言。

DB2 的应用是通往 DB2 厅堂的大门，熟悉 DB2 的应用开发是开启大门的钥匙。二十多年来，DB2 应用开发的模式与技术不断地在创新。本书详尽地为大家介绍了一系列 DB2 应用开发的方法及丰富的实例。从嵌入式 SQL 应用开发、各种 DB2 调用式接口的应用模式、DB2 服务端的应用开发、XML 层次型数据的应用，至 DB2 性能分析及调整，深入浅出，见解精辟，无论是用于教学还是对于从事 DB2 应用开发的专业人士，均是一本不可或缺的工具书。



深秋于硅谷

前 言

DB2 数据库是 IBM 公司提供的企业级关系型数据库解决方案，是 IBM 在数据库领域的重量级产品，它在可靠性、稳定性、伸缩性及可扩展性等方面，都极具优势，表现出色。

1980 年，System R 项目诞生，这具有划时代的意义，因为在这个项目中首次实现了关系型数据库服务器的原型。1982 年，SQL/DS 产品被用于大型机操作系统 VM 和 VSE 中，这是业界第一个以 SQL 作为接口的商用数据库管理系统，它也是基于 System R 的原型设计出来的。1983 年，DB2 终于横空出世，当时主要用在 MVS 上（DATABASE 2 for MVS）。1987 年，OS/2 Extended Edition 中的数据库管理器实现了分布式系统上的首个关系型数据库。随后，DB2 在跨平台方面进一步发展，不仅用在 IBM iSeries（OS/400 操作系统）和 zSeries（OS/390、z/OS、z/VM 和 zLinux）等大型主机和服务器系列上，也跨越了 AIX、HP-UX、Solaris、Windows 和 Linux 等各种 LUW 平台。

如今，DB2 家族产品进一步延伸，比如用于支持手持设备和嵌入式 Linux 环境的 DB2 Everyplace，就是当前 DB2 产品系列中发展迅速的一个分支。而用于数据挖掘和商业智能方面的 Data Warehouse Edition（DWE），也在迅猛发展。DB2 数据库系统的功能也进一步加强和拓展，比如，本书就特别涉及了 DB2 对很多当前主流开发语言的支持，以及 DB2 V9 强大的新特性。

可以毫不夸张地说，经历了 20 多年风风雨雨的 DB2，一直是世界数据库领域的先行者和领导者。随着 DB2 在中国的推广，其客户越来越多，其使用范围也越来越广。然而国内 DB2 书籍却比较缺乏，特别是面向 DB2 应用开发的相关书籍。IBM 中国开发中心作为 DB2 在中国的主要研发基地，我们作为在 IBM 中国工作在 DB2 第一线的研发人员，感到沉重的使命感。这也就是本书写作的初衷。

作者

2008 年

致谢及声明

本书是集体创作的结晶，在此非常感谢所有作者出色的协作精神。本书的写作也占用了大家大量的休息、娱乐，以及和家人在一起的时间，所以也特别感谢作者们家人的理解和支持。同时，成书的过程与许多人的关怀、鼓励和支持密不可分。借此机会，感谢 IBM 中国知识产权律师仲崇国先生，IBM 软件开发中心 CEO 郑妙勤女士，IM（信息管理）部门主任吉燕勇的支持，以及 IM 部门很多同事的大力协助，在此恕不能一一列举。特别要提到的是 IBM 院士和数据库领域专家王云先生，在本书选题，大纲规划，讨论审阅的过程中一直给予我们很多指导和帮助，最后还慨然题写了序文，在此表示衷心地感谢。最后，还要特别感谢出版社的有关领导、协调人员及编辑，有了他们的支持和参与，本书才得以顺利出版。

声 明

本书中提到任何国际商业机器公司（以下称“IBM”）的产品、程序或服务，均不表明或暗示只有 IBM 公司可以提供。

本书不带有任何明示或暗含的保证。本书提供的建议或最佳实践只作为一般的经验分享，只在作者的特定环境下验证过。作者不保证这些建议或最佳实践在任何情况下都有效。本书中任何带有主观性的陈述都只代表本书作者个人的观点，不代表 IBM 公司的官方立场。由于时间仓促、水平有限，书中难免存在不足和疏漏之处。在此敬请读者不吝指出，我们将愿意与读者共同探讨，并不胜感激。

作 者

2008 年

目 录

第 1 章 DB2 及应用开发基础	1
1.1 DB2 简介	1
1.1.1 DB2 V7	1
1.1.2 DB2 V8	2
1.1.3 DB2 V9	5
1.2 DB2 V9 新特性	6
1.2.1 更多的 XML 的支持	6
1.2.2 更易于维护	9
1.2.3 更多选择的分区支持	10
1.2.4 更佳的安全性	11
1.2.5 数据库设计	11
1.3 DB2 V9 安装	12
1.3.1 DB2 V9 的安装	12
1.3.2 响应文件安装	16
1.3.3 创建第一个数据库	20
1.4 DB2 图形工具和数据库对象	22
1.4.1 DB2 图形工具	22
1.4.2 DB2 数据库对象	26
1.4.3 DB2 应用开发的数据库对象	30
1.5 DB2 常用命令简介	33
1.6 DB2 应用开发编程方法	35
1.6.1 基于驱动的 API 编程	36
1.6.2 嵌入式 SQL 编程	39
1.7 本章小结	41
第 2 章 DB2 JDBC 应用开发	42
2.1 Java 简介	42
2.2 JDBC 基础知识	44
2.2.1 JDBC 驱动程序分类	45
2.2.2 JDBC 程序开发基本步骤	46
2.2.3 JDBC 主要的接口与类	50

2.2.4	JDBC 规范简介	51
2.2.5	Java、JDBC 与 SQL 数据类型映射关系	53
2.3	IBM DB2 JDBC/SQLJ 通用驱动程序	57
2.3.1	通用驱动程序介绍	57
2.3.2	通用驱动程序安装	58
2.3.3	通用驱动程序连接性	60
2.3.4	通用驱动程序事务控制	61
2.3.5	通用驱动程序安全机制	62
2.3.6	通用驱动程序对于 XML 访问的支持	67
2.3.7	对应用程序运行监控的支持	75
2.3.8	对客户机重新路由的支持	77
2.4	JDBC 应用程序高级主题	79
2.4.1	访问 LOB (大对象)	79
2.4.2	使用恰当的数据类型访问 LOB	81
2.4.3	访问单值数据类型	84
2.4.4	设置保存点	84
2.4.5	获取 identity 列的取值	86
2.4.6	处理存储过程返回的多个结果集	88
2.4.7	使用 ResultSetMeta 获取结果集的元数据信息	89
2.4.8	使用 DatabaseMetaData 获取数据源的元信息	90
2.4.9	使用 ParameterMetaData 获取参数的元数据	92
2.4.10	在 JDBC 应用程序中批量更新	93
2.4.11	从 BatchUpdateException 中获取信息	95
2.4.12	使用 DB2 通用驱动程序执行批量查询	97
2.4.13	DB2 通用驱动程序中 ResultSet 的特征	98
2.4.14	为 DB2 服务器提供客户端信息	101
2.5	DB2 Java 开发的性能优化	103
2.5.1	关闭 auto commit	103
2.5.2	只对需要的列进行获取或修改	103
2.5.3	将数字存储成数字类型	103
2.5.4	使用 DB2 自带的函数	103
2.5.5	及时释放资源	104
2.5.6	给参数赋值的时候使用匹配的类型	104
2.5.7	调整 Java 虚拟机堆大小	104
2.5.8	保持对 JDK 和 JDBC 驱动程序的更新	104

2.6	错误诊断和分析处理	104
2.6.1	DB2 对错误特别的处理	105
2.6.2	Trace 的设置	106
2.7	本章小结	110
第 3 章	使用 PHP 开发 DB2 应用	111
3.1	PHP 简介	111
3.1.1	概念	111
3.1.2	用途	111
3.1.3	特点	112
3.1.4	工作原理	113
3.2	安装和配置	113
3.2.1	Linux 下 PHP 的安装和配置	114
3.2.2	Windows 下 PHP 的安装和配置	115
3.3	使用 PHP 脚本访问 DB2	116
3.3.1	IBM_DB2 API	116
3.3.2	PDO_ODBC	137
3.3.3	Unified ODBC	152
3.4	PHP 中面向对象编程简介	159
3.5	本章小结	161
第 4 章	DB2 V9 中的 pureXML	162
4.1	XML 数据库	162
4.1.1	XML 基础	162
4.1.2	XML 数据库	165
4.2	DB2 V9 中的 pureXML	167
4.2.1	pureXML 特性	167
4.2.2	查询应用与编程	172
4.3	pureXML 应用开发实例	179
4.3.1	存储过程	179
4.3.2	Ruby On Rails 集成	182
4.4	本章小结	189
第 5 章	DB2 .NET 应用开发	190
5.1	DB2 .NET 支持概述	190

5.1.1	.NET 简介	190
5.1.2	ADO.NET 架构	191
5.1.3	DB2 .NET 应用程序架构	192
5.1.4	DB2 .NET Data Provider	193
5.1.5	DB2 Visual Studio 加载件	193
5.1.6	安装和发布	194
5.2	快速开发 DB2 .NET 应用程序	194
5.2.1	创建 SAMPLE 数据库	194
5.2.2	连接 DB2 数据库	195
5.2.3	第一个 DB2 .NET 应用	196
5.3	使用 DB2 加载件从 Visual Studio 管理 DB2 数据库	198
5.3.1	向导和 IBM 设计器	198
5.3.2	使用表设计器管理表、键、索引、约束和触发器	198
5.3.3	使用视图设计器管理视图	201
5.3.4	执行查询	201
5.3.5	使用过程设计器管理 SQL 过程	202
5.3.6	使用向导创建 SQL 函数	205
5.4	DB2 .NET API——连接数据库	207
5.4.1	示例程序	207
5.4.2	设置连接属性	209
5.4.3	连接池	210
5.4.4	DB2Connection 常用属性和方法	210
5.5	DB2 .NET API——查询数据	211
5.5.1	DB2DataReader 与 DataSet 的区别	211
5.5.2	DB2DataReader 常用属性和方法	212
5.5.3	分页读取数据	214
5.5.4	查询单值和单行数据	216
5.5.5	使用 DB2ResultSet	216
5.5.6	API 切换	219
5.5.7	.NET 与 DB2 常用数据类型对应表	219
5.6	DB2 .NET API——更新数据	220
5.6.1	执行 Insert/Update/Delete 语句	220
5.6.2	批量更新	222
5.6.3	DB2Command 主要属性和方法	223
5.7	DB2 .NET API——执行存储过程	223

5.7.1	调用不返回结果集的存储过程	223
5.7.2	调用返回结果集的存储过程	225
5.7.3	DB2Parameter 主要属性	226
5.8	DB2 .NET API——高级特性	227
5.8.1	事务处理和并发控制	227
5.8.2	读写 LOB (大对象) 数据	228
5.8.3	读写 XML 数据	231
5.8.4	通用 API 编程	232
5.9	本章小结	234
第 6 章	DB2 嵌入式 SQL 应用开发	235
6.1	嵌入式 SQL 编程	235
6.1.1	嵌入式 SQL	235
6.1.2	嵌入式 SQL 应用程序开发的一些概念	235
6.1.3	构建嵌入式 SQL 应用程序的过程	241
6.1.4	静态 SQL 和动态 SQL	243
6.2	静态嵌入式 SQL 应用编程	244
6.2.1	静态嵌入式 SQL 应用程序的特点	244
6.2.2	如何构建静态嵌入式 SQL 应用程序	246
6.2.3	宿主语言变量和指示符号的使用	246
6.2.4	静态嵌入式 SQL 中游标的使用	253
6.2.5	SQLCA 和诊断信息处理	260
6.3	动态嵌入式 SQL 应用编程	265
6.3.1	动态嵌入式 SQL 应用程序的特点	265
6.3.2	如何构建动态嵌入式 SQL 应用程序	266
6.3.3	动态嵌入式 SQL 中游标的使用	268
6.3.4	SQLDA 的结构和使用	270
6.3.5	动态嵌入式 SQL 的一些限制	274
6.4	动态 SQL 和静态 SQL 的比较	274
6.4.1	概念上的对比	274
6.4.2	动态绑定和静态绑定	275
6.4.3	性能上的对比	275
6.4.4	适用情况的对比	276
6.5	复合 SQL	277
6.6	本章小结	279

第 7 章 DB2 高级应用	280
7.1 存储过程	280
7.1.1 存储过程概念	280
7.1.2 SQL 存储过程	282
7.1.3 外部存储过程	286
7.1.4 存储过程的构建	298
7.1.5 条件处理 (Condition Handler)	303
7.1.6 在存储过程中使用 SQLDA	306
7.1.7 在存储过程中使用 LOB	309
7.1.8 临时表	313
7.2 用户自定义函数及数据类型	315
7.2.1 用户自定义函数的概念	315
7.2.2 用户自定义函数的分类	316
7.2.3 用户自定义数据类型	333
7.3 触发器	337
7.3.1 触发器的概念	337
7.3.2 触发器的属性	337
7.3.3 触发器的类型	340
7.4 本章小结	345
第 8 章 DB2 并发技术和性能调整	346
8.1 DB2 中并发和锁的概念	346
8.2 DB2 锁的影响	347
8.3 事务锁的几个特征	348
8.3.1 锁的粒度	348
8.3.2 锁的持续时间	349
8.3.3 锁的模式	350
8.3.4 锁的对象	352
8.4 锁的调整	353
8.4.1 bind 选项	353
8.4.2 在 SQL 语句中重载隔离级别	363
8.4.3 LOCK TABLE 语句	364
8.5 提高并发性的一些建议	366
8.5.1 数据库设计上的建议	366
8.5.2 应用程序设计上的建议	367

8.6	DB2 性能调整概述	370
8.6.1	性能调整的概念	370
8.6.2	性能调整的目标	374
8.7	DB2 性能调整原理	376
8.7.1	DB2 工作原理	376
8.7.2	SQL 编译过程	388
8.7.3	优化器原理	392
8.8	调整 DB2 配置	395
8.8.1	配置顾问程序	395
8.8.2	基准程序	398
8.8.3	DB2 参数调整	403
8.9	DB2 应用程序性能设计和调整	407
8.9.1	影响 DB2 应用性能的重要因素——并发性控制和锁定	407
8.9.2	DB2 应用程序性能设计策略	408
8.10	DB2 性能工具介绍和示例	417
8.10.1	DB2 设计顾问程序	418
8.10.2	监视工具	418
8.10.3	说明工具	420
8.10.4	RUNSTATS	421
8.10.5	重组 (REORG)	422
8.11	本章小结	424
附录 A	DB2 问题诊断工具介绍	425
附录 B	DB2 网络搜索扩展器 (DB2 Net Search Extender)	438
专有词汇列表		444
参考文献		448

第 1 章 DB2 及应用开发基础

1.1 DB2 简介

在本节中，我们将以 DB2 版本的近期发展历史为主线进行相关的介绍。

1.1.1 DB2 V7

从 DB2 V7 开始，IBM DB2 针对不同的用户，提供了多种级别的产品，如图 1.1 所示。



图 1.1 DB2 V7 各级别产品

1. 企业版 (Enterprise Edition)

该版本通常用于支持大规模的企业级应用程序及大型企业级数据仓库，它提供了最大程度的连接性，并且可以与异构平台上的 DB2 数据库和第三方厂商的数据库产品共享数据资源。