

普通高等教育IT类工程创新能力培养规划教材

Oracle 12C

数据库基础教程

SHUJUKU JICHU
JIAOCHENG

主 编/赵卫东 刘永红 于 曦 副主编/李 立 鄢 涛



科学出版社

Oracle 12c 数据库基础教程

赵卫东 刘永红 于 曦 主编

李 立 鄢 涛 副主编

科学出版社

北 京

内 容 简 介

Oracle 数据库是性能优异的数据库系统之一, 拥有很大的市场占有率, 在大中型企业的信息管理系统中有广泛的应用。Oracle 数据库管理和应用系统开发是国内外高等院校信息技术及相关专业的必修或者选修课程。Oracle 12c 版本是 Oracle 产品的最新产物, 是当前企业级数据库开发的首选数据库版本。本教材按工程认证的标准, 以 CDIO 的理念为基础, 以工程案例开发为手段, 全面提升数据库管理和开发能力。Oracle 知识点繁多, 本书作者根据多年的教学及项目开发经验, 在教材中将 Oracle 12c 的主要知识点进行了科学的归类和划分, 制定了科学的学习路径, 同时每章还配有课后练习和训练任务, 力求使读者学习的时候可以循序渐进, 深入浅出, 提高学习效率。

本教材可以作为大学本科有关课程的专业教材, 也可以作为广大 Oracle 数据库管理员和开发人员的参考资料。

本书还配有教学课件、全部数据库设计以及程序的脚本和代码, 读者可以在出版社网站下载。

图书在版编目(CIP)数据

Oracle 12c 数据库基础教程 / 赵卫东, 刘永红, 于曦主编. —北京: 科学出版社, 2017.7

ISBN 978-7-03-053896-3

I. ①O… II. ①赵… ②刘… ③于… III. ①关系数据库系统-教材
IV. ①TP311.138

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2017) 第 161200 号

责任编辑: 冯 铂 / 责任校对: 韩雨舟

封面设计: 墨创文化 / 责任印制: 罗 科

科学出版社出版

北京东黄城根北街16号

邮政编码: 100717

<http://www.sciencep.com>

成都锦瑞印刷有限责任公司印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2017年7月第一版 开本: 787×1092 1/16

2017年7月第一次印刷 印张: 28.25

字数: 580千字

定价: 59.00元

(如有印装质量问题, 我社负责调换)

前 言

2016年6月2日,我国顺利成为《华盛顿协议》正式成员,这是促进我国工程师按照国际标准培养、提高工程技术人才培养质量的重要举措,是推进工程师资格国际互认的基础和关键,对我国工程技术领域应对国际竞争、走向世界具有重要意义。

本书是“以项目驱动为核心的工程实践能力培养系列教材”中的一门,全书按工程认证的标准,以CDIO的理念为基础,将一个实际项目的开发融入全书各个章节、各个知识点。通过本书的学习,让读者能快速理解并掌握各项知识点,全面提升面对复杂工程问题时的分析、解决和实际编码能力。

本课程对应工程认证12项毕业要求指标点的关系如下:

能力点	覆盖度
1.工程知识:能够将数学、自然科学、工程基础和专业知识用于解决复杂工程问题	★★★
2.问题分析:能够应用数学、自然科学和工程科学的基本原理,识别、表达、并通过文献研究分析复杂工程问题,以获得有效结论	★★★★★
3.设计/开发解决方案:能够设计针对复杂工程问题的解决方案,设计满足特定需求的系统、单元(部件)或工艺流程,并能够在设计环节中体现创新意识,考虑社会、健康、安全、法律、文化以及环境等因素	★★★★★
4.研究:能够基于科学原理并采用科学方法对复杂工程问题进行研究,包括设计实验、分析与解释数据、并通过信息综合得到合理有效的结论	★★★
5.使用现代工具:能够针对复杂工程问题,开发、选择与使用恰当的技术、资源、现代工程工具和信息技术工具,包括对复杂工程问题的预测与模拟,并能够理解其局限性	★★★★★
6.工程与社会:能够基于工程相关背景知识进行合理分析,评价专业工程实践和复杂工程问题解决方案对社会、健康、安全、法律以及文化的影响,并理解应承担的责任	★★★
7.环境和可持续发展:能够理解和评价针对复杂工程问题的专业工程实践对环境、社会可持续发展的影响	★★★
8.职业规范:具有人文社会科学素养、社会责任感,能够在工程实践中理解并遵守工程职业道德和规范,履行责任	★★★
9.个人和团队:能够在多学科背景下的团队中承担个体、团队成员以及负责人的角色	★★★★★
10.沟通:能够就复杂工程问题与业界同行及社会公众进行有效沟通和交流,包括撰写报告和 design 文稿、陈述发言、清晰表达或回应指令。并具备一定的国际视野,能够在跨文化背景下进行沟通和交流	★★★★★
11.项目管理:理解并掌握工程管理原理与经济决策方法,并能在多学科环境中应用	★★★★★
12.终身学习:具有自主学习和终身学习的意识,有不断学习和适应发展的能力	★★

Oracle 数据库系统是美国 Oracle 公司(甲骨文)提供的以分布式数据库为核心的一组

软件产品，是目前最流行的客户/服务器(CLIENT/SERVER)或 B/S 体系结构的数据库之一，是当前最流行的大型关系数据库之一，拥有广泛的用户和大量的应用案例。Oracle 数据库管理与开发已经成为一门综合性高、实践性强、应用领域广的技术类课程。对于从事数据维护和计算机程序开发的人员，在当前互联网时代，掌握 Oracle 数据库管理与开发是非常必要的。本书主要特点如下：

(1) 强调 CDIO 理念。将工程认证的理念贯穿所有章节，每章都明确所述知识点与能力点的对应关系，方便读者有针对性的进行学习。

(2) 强调实践性。本书中每个重要的知识点都配备示例以及示例的实现过程，力求帮助读者在掌握知识的同时，能针对不同的需求进行实际问题的解决。同时在每一章后面，还附有练习和训练任务，在本书最后的附录中有练习的答案以及训练任务的详细完成过程。训练任务丰富，完整，完全可以作为课后实验项目。

(3) 强调项目实现。本书的每一个章节都在前一章节的基础上进行实现，循序渐进，从而达到对训练任务的迭代、升级。在最后的第 14 章，还帮助读者实现一个完整项目“小型商品销售系统”的开发，使读者可以从头至尾完整学习和掌握 Oracle 数据库的开发过程和实际应用项目开发过程。

(4) 辅助教学和学习资料全。本书配有实验指导教程、电子课件，项目的源代码等参考资料，读者可以从科学出版社网站上下载。

在使用本书进行教学时，建议采用过程化的考核方式，对每一章的训练任务完成情况进行记录，得到的成绩汇总平均后作为总成绩的 50%。期末再进行笔试，对书中的理论知识进行考核，得到的成绩作为总成绩的 40%。平时的签到和课堂提问成绩作为总成绩的 10%。

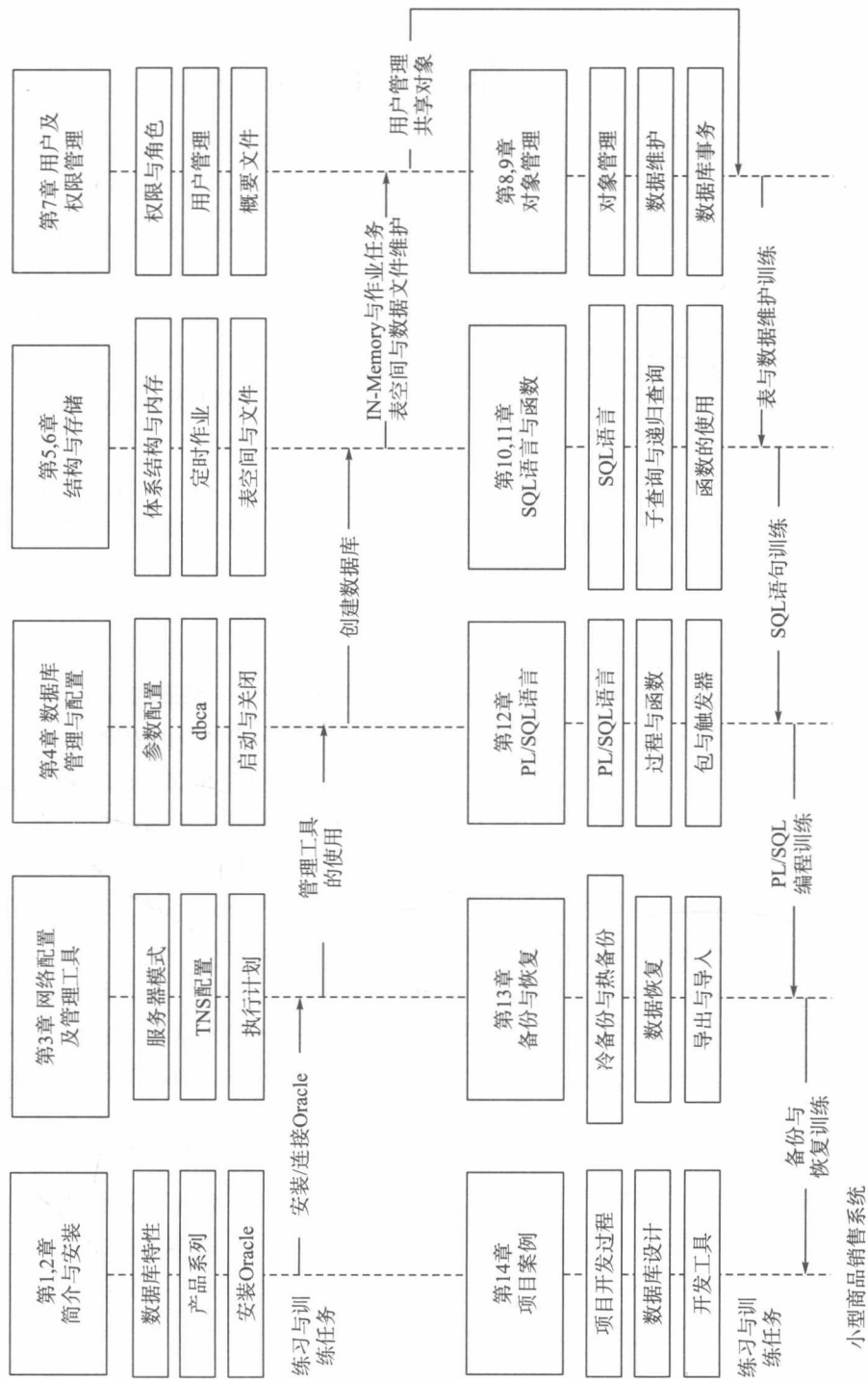
本书主编是赵卫东、刘永红，于曦，副主编是李立、鄢涛，编委是王仕平、蒋玲、陈天雄等。全书共有 14 章，其中赵卫东编写第 1~6 章，蒋玲编写第 7 章，刘永红编写第 8~10 章，李立编写第 11~12 章，于曦编写第 13 章，鄢涛编写第 14 章，王仕平和陈天雄对本书进行了统稿、修订以及部分程序设计。

由于作者水平有限，虽然对本书进行了反复审核与修订，但书中疏漏和不足之处在所难免，恳请广大读者及专家给予批评指正。

赵卫东

2017 年 8 月

学习路线图



目 录

第 1 章 Oracle 12c 简介	1
1.1 Oracle 12c 简介	1
1.2 Oracle 12c 产品系列	2
1.3 Oracle 12c 新特性	2
1.3.1 插接式数据库 PDB	2
1.3.2 高可用性	4
1.3.3 XML DB	6
1.3.4 In-Memory 数据库内存选件	6
1.3.5 Oracle JSON 文档存储	7
1.3.6 其他新特性	7
练习	7
第 2 章 Oracle 12c 的安装	9
2.1 安装前配置 Linux 系统	9
2.1.1 配置 Linux 交换空间	10
2.1.2 创建 Oracle 用户和用户组	10
2.1.3 配置/etc/sysctl.conf 文件	10
2.1.4 其他配置	11
2.2 安装 Oracle 12c	12
2.3 数据库连接测试	25
2.4 Oracle 企业管理器	28
2.5 安装后的检测	30
2.5.1 查看环境变量	30
2.5.2 查看目录及文件	31
2.5.3 查看 Oracle 进程	32
2.5.4 查看监听器状态	32
2.6 设置开机启动	34
练习	36
训练任务	37
第 3 章 网络配置及管理工具	38
3.1 Oracle Net Services	39
3.2 服务器模式和数据库连接方式	39

3.2.1	专用服务器模式	40
3.2.2	共享服务器模式	40
3.2.3	配置数据库支持共享模式	41
3.2.4	检测数据库的服务器模式	42
3.2.5	连接到不同的服务器模式	44
3.2.6	查看服务器连接进程	45
3.3	TNS 网络配置文件	46
3.3.1	lsnrctl 和 listener.ora	46
3.3.2	监听器的动态注册	47
3.3.3	监听器的静态注册	50
3.3.4	tnsnames.ora	51
3.3.5	sqlnet.ora	52
3.4	SQL*Plus	54
3.4.1	SQL*Plus 连接数据库	54
3.4.2	SQL*Plus 命令列表	57
3.4.3	SQL*Plus 参数	58
3.4.4	SQL*Plus 替换变量	59
3.4.5	绑定变量	60
3.4.6	预设变量	61
3.4.7	PL/SQL 程序的运行	61
3.5	Oracle SQL Developer	62
3.5.1	SQL Developer 连接 Oracle	63
3.5.2	Data Modeler	65
3.6	执行计划与 SQL 优化	68
3.6.1	授予查询执行计划的权限	69
3.6.2	分析和比较执行计划	70
3.6.3	统计信息与动态采样	74
3.6.4	SQL 语句的优化	79
3.6.5	自适应查询优化	81
	练习	85
	训练任务	86
第 4 章	数据库管理与配置	88
4.1	常用的数据库配置查询方法	89
4.2	使用 dbca 管理数据库实例	90
4.2.1	新建数据库实例	90
4.2.2	删除一个容器数据库 CDB	91

4.3	在数据库实例之间切换	91
4.4	配置插接式数据库 PDB	92
4.4.1	通过 SQL 语句创建插接式数据库	92
4.4.2	通过 dbca 创建插接式数据库	93
4.4.3	克隆插接式数据库 pdb	96
4.4.4	删除插接式数据库 pdb	96
4.4.5	插接式数据库的拔出与插入	97
4.5	数据库的启动与关闭	97
4.5.1	启动数据库	98
4.5.2	启动异常处理	101
4.5.3	关闭数据库	101
4.6	数据库参数配置	102
	练习	103
	训练任务	104
第 5 章	Oracle 12c 数据库结构	105
5.1	Oracle 12c 体系结构	106
5.1.1	数据库物理存储结构	107
5.1.2	逻辑存储结构	107
5.2	Oracle 12c 内存结构	109
5.2.1	基本内存结构	109
5.2.2	PGA 概述	110
5.2.3	SGA 概述	110
5.2.4	In-Memory 列存储	112
5.3	服务器进程	117
5.3.1	后台进程	118
5.3.2	定时执行作业任务	120
	练习	123
	训练任务	125
第 6 章	数据库存储管理	126
6.1	表空间和数据文件的管理	127
6.2	创建表空间	128
6.3	查看表空间信息	131
6.4	设置表空间	132
6.4.1	修改表空间名称	132
6.4.2	修改表空间大小	132
6.4.3	切换表空间状态	133

9.4	使用 MERGE 合并行	215
9.5	数据库事务	216
9.5.1	事务的提交和回滚	217
9.5.2	事务的开始与结束	219
9.5.3	保存点	219
9.5.4	事务的 ACID 特性	220
9.5.5	锁	226
	练习	239
	训练任务	240
第 10 章	SQL 语言基础	242
10.1	SQL 语言概述	243
10.2	选择部分列	243
10.3	WHERE 子句	244
10.4	列算术运算	246
10.5	禁止重复行	247
10.6	排序	248
10.7	表别名及多表查询	248
10.8	子查询	251
10.8.1	单行子查询	251
10.8.2	多行子查询	252
10.8.3	Top N 查询	253
10.8.4	分页查询	254
10.9	递归查询	256
	练习	259
	训练任务	260
第 11 章	使用函数	261
11.1	单行函数	262
11.1.1	字符处理函数	262
11.1.2	数值函数	266
11.1.3	类型转换函数	269
11.1.4	日期和时间函数	271
11.1.5	正则表达式函数	272
11.2	分组查询及聚合函数	276
11.3	SQL 语句优化	279
	练习	283
	训练任务	284

第 12 章 PL/SQL 语言	286
12.1 PL/SQL 简介	287
12.1.1 PL/SQL 基本结构	288
12.1.2 变量和常量	289
12.1.3 可变数组	291
12.1.4 运算符	293
12.1.5 条件	294
12.1.6 循环	297
12.2 异常处理	299
12.2.1 预定义异常	299
12.2.2 自定义异常	300
12.2.3 引发应用程序异常	301
12.3 游标	303
12.3.1 游标的基本操作	303
12.3.2 游标 FOR 循环	306
12.3.3 引用游标	307
12.3.4 修改或删除游标结果集	308
12.4 存储过程	309
12.4.1 创建存储过程	310
12.4.2 调用存储过程	312
12.5 自定义函数	313
12.5.1 函数的创建与调用	313
12.5.2 函数参数的调用形式	314
12.6 删除过程和函数	315
12.7 块内存储过程和函数	315
12.8 过程与函数的比较	316
12.9 包	318
12.9.1 创建包	318
12.9.2 调用包	319
12.10 触发器	320
12.10.1 创建触发器	320
12.10.2 触发器的管理	324
12.10.3 行级触发器	325
12.10.4 系统级触发器	326
练习	328
训练任务	329

第 13 章 备份与恢复	331
13.1 备份与恢复概述	332
13.2 脱机备份与恢复	333
13.3 用户管理备份与恢复	334
13.4 RMAN 工具	339
13.4.1 备份集与镜像复制	339
13.4.2 启动 RMAN 并连接到数据库	340
13.4.3 备份失效(Expired)	341
13.4.4 备份过期(Obsolete)	341
13.4.5 RMAN 备份和恢复命令	343
13.4.6 实用案例: 完全恢复一个 PDB	347
13.4.7 实用案例: 不完全恢复一个 PDB	349
13.4.8 RMAN 批处理	351
13.5 闪回技术 Flashback	352
13.5.1 Flashback Database	353
13.5.2 Flashback Table	354
13.5.3 回收站	355
13.6 数据导出与导入	356
13.6.1 Oracle 目录对象	357
13.6.2 数据导出	358
13.6.3 数据导入	359
练习	362
训练任务	363
第 14 章 小型商品销售系统	365
14.1 小型商品销售系统 E-R 模型	366
14.1.1 实体模型	366
14.1.2 实体联系模型	367
14.2 数据表的设计	368
14.3 用户创建与空间分配	370
14.4 创建表, 约束和索引	372
14.5 创建触发器、序列和视图	375
14.6 创建程序包、函数和过程	378
14.7 数据库测试	380
14.8 应用程序开发	385
14.8.1 IDE 选择	385
14.8.2 程序目录结构和通用模块	385

14.8.3	配置文件详述	386
14.8.4	管理主界面与登录程序设计	389
14.8.5	程序主要模块	390
附录	练习答案与训练任务的实现	404
第 1 章	Oracle 12c 简介	404
第 2 章	Oracle 12c 的安装	404
第 3 章	网络配置及管理工具	406
第 4 章	数据库管理与配置	410
第 5 章	Oracle 12c 数据库结构	412
第 6 章	数据库存储管理	415
第 7 章	用户及权限管理	417
第 8 章	数据库的对象管理	418
第 9 章	表数据维护	421
第 10 章	SQL 语言基础	422
第 11 章	使用函数	423
第 12 章	PL/SQL 语言	424
第 13 章	备份与恢复	428

第 1 章 Oracle 12c 简介

本章目标

知识点	理解	掌握	应用
1.了解 Oracle 12c 的发展和特点	✓	✓	
2.了解 Oracle 12c 产品系列	✓	✓	
3.理解插接式数据库的特点	✓	✓	
4.了解 Oracle 12c 的新特性	✓	✓	

知识能力点

能力点 \ 知识点	知识点 1	知识点 2	知识点 3	知识点 4
工程知识				
问题分析	✓	✓	✓	✓
设计/开发解决方案				
研究	✓	✓	✓	✓
使用现代工具				
工程与社会	✓	✓	✓	✓
环境和可持续发展	✓	✓	✓	✓
职业规范	✓	✓	✓	✓
个人和团队	✓	✓	✓	✓
沟通				
项目管理				✓
终身学习			✓	✓

1.1 Oracle 12c 简介

Oracle 是当前最流行的大型关系数据库之一，拥有广泛的用户和大量的应用案例。2013 年 7 月，Oracle Database 12c 版本正式发布，首先发布的版本号是 12.1.0.1.0，支持包括 64 位 Windows、HP-UX、Solaris 和 Linux 等多种操作系统，本书将在 Linux 平台上安装和运行 Oracle 12c。

和甲骨文前几代数据库 Oracle 8i、9i、10g、11g 相比，Oracle 12c 命名上的“c”明确了这是一款针对云计算(Cloud)而设计的数据库。按照甲骨文公司披露的信息，Oracle 12c

增加了 500 多项新功能，其新特性主要涵盖了六个方面：云端数据库整合的全新多租户架构、数据自动优化、深度安全防护、面向数据库云的最大可用性、高效的数据库管理以及简化大数据分析。这些特性可以在高速度、高可扩展、高可靠性和高安全性的数据库平台之上，为客户提供一个全新的多租户架构，用户数据库向云端迁移后可提升企业应用的质量和性能，还能将数百个数据库作为一个整体进行管理，帮助企业在迈向云的过程中提高整体运营的灵活性和有效性。

1.2 Oracle 12c 产品系列

Oracle 12c 为适合不同规模的组织需要提供了多个量身定制的版本，并为满足特定的业务和 IT 需求提供了几个企业版专有选项。这三个版本是：标准版 1 (SE1)，标准版 (SE) 和企业版 (EE)。

1) 标准版 1 (SE1)

标准版 1 为工作组、部门和 Web 应用程序提供空前的易用性、能力和性价比，运行在最多支持两个插槽的单一服务器上。

2) 标准版 (SE)

标准版可运行在最多 4 个插槽的单一或集群服务器上使用。该版本包含 Oracle Real Application Clusters，这是一个标准特性，无需任何额外成本。

3) 企业版 (EE)

可在无插槽限制的单一和集群服务器上使用。它为任务关键型事务应用程序、查询密集型数据仓库以及混合负载提供高效、可靠且安全的数据管理。

Oracle 12c 的所有版本均使用同一个代码库构建而成，彼此之间完全兼容。Oracle 12c 可用于多种操作系统，并且包含一组通用的应用程序开发工具和编程接口。客户可以从标准版 1 开始使用，随着业务的发展或根据需求的变化，可以轻松升级到标准版或企业版。升级过程非常简单：只是安装下一个版本的软件，无需对数据库或应用程序进行任何更改，便可在一个易于管理的环境中获得 Oracle 举世公认的性能、可伸缩性、可靠性和安全性。

1.3 Oracle 12c 新特性

1.3.1 插接式数据库 PDB

插接式数据库 (Pluggable Database, PDB) 是 Oracle 12c 最新最强的新特性之一，也称为多租户架构 (Multitenant Architecture)。PDB 是可移植的模式、模式对象和非模式对象的集合，作为单独的数据库呈现到 Oracle Net 客户端。一个或者多个 PDB 合成为容器数据库 (Container Database, CDB)。它们对用户和应用程序是完全透明的，并与之前的数据库版本完全兼容。通过 CDB 方式建立的私有数据库云架构可以使多个 PDB 共享服务器、操

作系统和数据库，不用开很多虚拟机(虚拟机 DB 性能减半)，仅在容器级别才需要内存和进程，同时又便于管理，比如统一备份，统一容灾，统一安全性管理等。

注意：在 Oracle 中，模式跟用户是一一对应的关系，模式是数据库对象的集合，逻辑上这些对象分为模式对象和非模式对象，模式对象是用户直接访问的对象，如：表、索引、视图、存储过程、簇、序列和同义词等。非模式对象是用户依赖的对象，如用户、权限、表空间等。

容器(Container)可以是一个 PDB 或者 Root 容器(也称为 Root)。Root 容器是一个模式、模式对象和非模式对象的集合，所有的 PDB 都属于 Root。每个 CDB 都包含以下容器：

1) 一个 Root

Root 包含 Oracle 的元数据和公用用户，例如 Oracle 提供的 PL/SQL 包的源代码。公用用户是每个容器都可以使用的数据库用户。Root 容器的名称为 CDB\$ROOT。

2) 一个种子 PDB

种子 PDB 是系统提供的一个模板，可以用于 CDB 创建新的 PDB。种子 PDB 的名称为 PDB\$SEED。用户不能添加或者修改 PDB\$SEED 中的对象。

3) 零个或者多个用户创建的 PDB。

PDB 由用户创建，一个 PDB 可以支持一个特定应用，例如人力资源或者销售。创建 CDB 时不会创建 PDB，可以基于业务需求添加 PDB。

图 1-1 显示了一个拥有 4 个容器的 CDB\$ROOT、Seed、hrpdb 和 salespdb。hrpdb 和 salespdb 分别拥有自己的应用，并且由它自己的 PDB 管理员进行管理。一个公用用户在 CDB 中使用单个身份认证。公用用户 SYS 可以管理 Root 和每个 PDB。在物理层，该 CDB 拥有一个数据库实例和数据库文件，与非 CDB 一样。

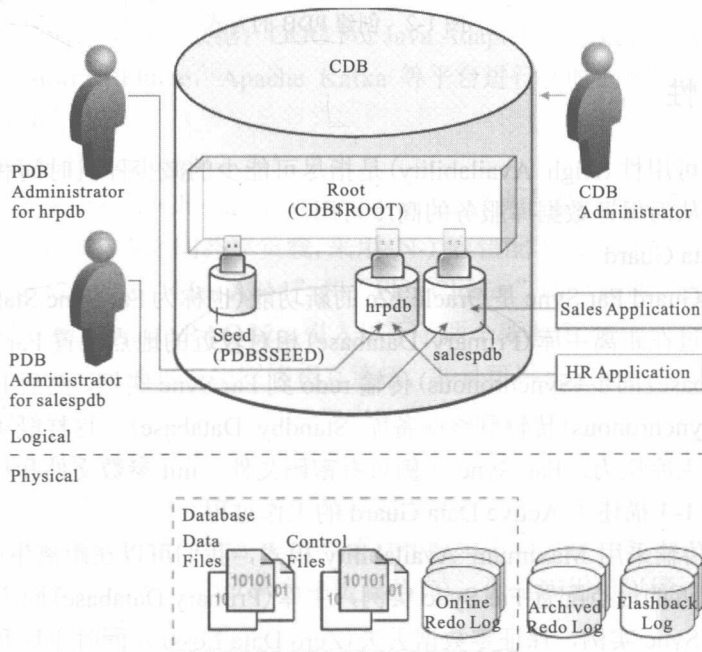


图 1-1 Oracle CDB+PDB 结构

在安装 Oracle 12c 时可以选择以 PDB 模式安装，Oracle 鼓励安装时使用 PDB 技术，它的好处包括降低成本、数据和代码分离、便于管理和监控，以及管理职责分离。与 CDB 和 PDB 的管理相关的任务可以用以下工具来执行：

- 1) sqlplus
- 2) dbca
- 3) 企业管理器云控制器 (Oracle Enterprise Manager Cloud Control)
- 4) Oracle SQL Developer
- 5) 服务器控制 (srvctl)

CDB 只起容器作用，包含很少或者不包含用户数据，用户数据应当保存在 PDB 中。

只能在 CDB 中创建 PDB，而不能在 PDB 中创建 PDB，

图 1-2 描述了创建 PDB 的 5 种可选方式。

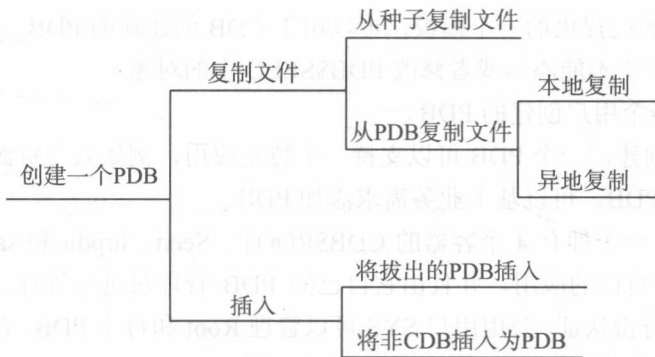


图 1-2 创建 PDB 的方式

1.3.2 高可用性

数据库的高可用性 (High Availability) 是指尽可能少的减少停机时间和减少因停机造成的数据损失，从而保证数据库服务的高度可用。

1) Active Data Guard

Active Data Guard Far Sync 是 Oracle 12c 的新功能 (也称为 Far Sync Standby)，Far Sync 功能的实现是通过在距离主库 (Primary Database) 相对较近的地点配置 Far Sync 实例，主库 (Primary Database) 同步 (Synchronous) 传输 redo 到 Far Sync 实例，然后 Far Sync 实例再将 redo 异步 (Asynchronous) 传输到终端备库 (Standby Database)。这样既可以保证零数据丢失又可以降低主库压力。Far Sync 实例只有密码文件，init 参数文件和控制文件，而没有数据文件。图 1-3 描述了 Active Data Guard 的工作过程。

如果 Redo 传输采用 Maximum Availability 模式，我们可以在距离生产中心 (Primary Database) 相对较近的地点配置 Far Sync 实例，主库 (Primary Database) 同步 (Synchronous) 传输 redo 到 Far Sync 实例，保证零数据丢失 (Zero Data Loss)，同时主库和 Far Sync 距离较近，网络延时很小，因此对主库性能影响很小。然后 Far Sync 实例再将 redo 异步