

决胜大数据时代的技术全解手册

Broadview  
www.broadview.com.cn

# 大数据 技术全解

## 基础、设计、开发与实践

杨巨龙 编著

“三分虚拟化技术、七分分布式管理、十二分大数据”  
是企业大数据时代下的信息化建设指导思想。  
本书遵循这一思想，重点阐述了企业如何利用开源的  
大数据相关产品来进行企业大数据系统的设计和开发。

 电子工业出版社  
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY  
http://www.phei.com.cn

# 大数据 技术全解

基础、设计、开发与实践

---

杨巨龙 编著

---

电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

## 内 容 简 介

“大数据”一词已成为当下最热门的词汇之一。人们热切期待大数据能给工作、学习和生活等方面带来前所未有的变化，而大数据的采集、存储、计算、分析挖掘、呈现和安全等技术正是实现这一变化的关键。本书的重点不在于对大数据技术的原理性介绍，而是从实战角度出发，系统地阐述如何基于 Hadoop 开源软件为客户设计、安装和开发一个大数据系统。本书还着重分享了具体实践中的一些案例，不仅对于从事大数据系统开发的 IT 技术人员具有珍贵的参考价值，而且对准备实施大数据系统项目的企业级客户也具有指导作用。

本书可以作为计算机软件专业的本科生和研究生的大数据技术教材，也可作为大数据技术开发培训、大数据系统咨询规划培训的教材，更是大数据领域内一线的需求分析人员、系统分析人员、高级开发人员和开发管理人员的必备参考书。

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

大数据技术全解：基础、设计、开发与实践 / 杨巨龙编著. —北京：电子工业出版社，2014.3  
ISBN 978-7-121-22343-3

I. ①大… II. ①杨… III. ①企业管理—数据管理 IV. ①F270.7

中国版本图书馆 CIP 数据核字（2014）第 006137 号

策划编辑：孙学瑛

责任编辑：李利健

印 刷：三河市双峰印刷装订有限公司

装 订：三河市双峰印刷装订有限公司

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：23.5 字数：613 千字

印 次：2014 年 3 月第 1 次印刷

印 数：4000 册 定价：59.00 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 [zltz@phei.com.cn](mailto:zltz@phei.com.cn)，盗版侵权举报请发邮件至 [dbqq@phei.com.cn](mailto:dbqq@phei.com.cn)。

服务热线：（010）88258888。

# 序 1

这次是我第一次为别人的书写序。序要求是非常有高度的、简练的文字。一方面，本人向来文学水平一般，无法写出很漂亮的文字；另一方面，一直觉得自己在学术方面的造诣太浅，为别人的书写序，有点班门弄斧的感觉。自己同时也怕序没有写好，反而给书带来了负面的影响。这次是因为受了感动，才冒着各种压力，绞尽脑汁来写这个序。

作者是一个我敬佩的人，敢于做非常具有挑战性的工作。写书本来不是一件容易的事情，写一本关于最新的技术的书，更加不容易。除了作者自身需要有很高的技术造诣，对书中相关技术的理解足够深刻外，还需要作者具备很强的表达能力和说服能力，把最新技术的奥秘清晰明了地展现给读者，让读者能够非常享受地从书中了解并明白技术及其内涵。同时，作者还要在内容和描述上非常有说服力，以各种论证、对比、案例等形式来让读者接受新的技术。通常，关于最新技术的对比和案例等都特别贫乏，作者必须花大量的时间来自行设计和调研才能获得这些信息。本书的作者在写书过程中，每次都让我感到他非常坚定的信念，我深信他会坚持完成这个书稿。同时，他的书稿通俗易懂并且有足够的技术深度。作者漂亮地完成如此具有挑战性的工作，赢得了他应该有的尊重，这让我非常感动。

本书的内容展现了大数据领域中一些最新的技术，主要集中于 Hadoop 生态中的 HDFS（分布式文件系统）、MapReduce 分布式计算框架以及 HBase 分布式数据库三大核心部件的相关技术和实现。作者分别从基础、技术、设计、安装、开发、实践等六个方面来展开这些技术，兼顾了技术原理、具体操作以及设计开发三个层面。不同背景、不同层次和不同目的的读者可以从这三个层面的六个方面来有选择地进行阅读。作者凭借其技术造诣，对内容的设计和编排以及技术的深度等把握得很好。

从技术层面，大数据是当前应对大规模基础设施以及大规模数字化后所产生的巨量数据的最为有效的技术之一。大数据提供了高效和高性能的数据采集、处理、存储、分析和挖掘的技术，使我们可以从容应对当前的巨量数据。从科学层面，大数据是当前数据科学的一个具体的技术实现，是当前科学发现中基于实验的科学发现方法、基于理论的科学发现方法和基于计算的科学发现方法以外的一种创新的科学发现方法。其主要思想是凭借巨量的数据，找出部分现象的有价值的信息，如各种现象之间的关联等。近年的一些实际案例显示，大数据在部分领域的应用中能够有效地从巨量的、低价值密度的数据中分析挖掘出有价值的信息。

大数据技术的流行度和热度，相信读者都已经感受到了。此书可以协助读者进一步了解大数据领域中部分最新的技术，帮助读者学习和掌握这些技术的精髓，推动大数据在更加广泛的范围内的应用。

赵淦森

华南师范大学计算机学院 博士生导师

---

## 序 2

大数据无疑是当前 IT 产业界的热点。由于它对综合技术能力要求较高，各位初学者该如何“拥抱大数据”，还没有人能给出答案。本书可谓是“久旱中的甘霖”，为大家打开了大数据这一领域的大门，从大数据的基础技术，到系统的设计理论，无不进行了全面的概括和总结；本书绝不类似于当前一些大数据书籍的浅尝辄止，作者倾尽笔墨对大数据的系统设计、环境安装及开发实践进行了论述，使读者可以“登堂入室”，快速投入实战，把大数据技术从概念转化为实际的研发能力。巨龙兄在 IT 产业界已经工作了 20 余载，长期从事 IT 企业高层技术管理工作，对咨询规划、技术研发、人才培养各环节都非常擅长。书中随处可见他对大数据技术的深入理解，以及多年来孜孜不倦的经验总结，各处“杀马特”的概括和点评闪烁着智慧的光芒，使人深受启发。“集大成者得智慧”，看完本书后，仍让人回味无穷。本书可谓 IT 界“老少咸宜”的一本好书，因此向各位读者隆重推荐本书，期望它能够对您的学业或工作带来更进一步的帮助。

孙傲冰

国云科技技术副总裁

# 前 言

谷歌（Google）利用大数据技术在短短十多年内将寂寂无名的草根企业迅速打造成为全球著名的 IT 企业，这段商业传奇将全球的目光都聚焦到了大数据上，人们一致认为大数据时代已不可阻挡地到来了，任何个人和组织都将无法逃避大数据时代带来的挑战。眼下大数据已成为全社会关注的热点，政府、学校、企业等都积极投身于对大数据的讨论、研究和建设中，因为人们都深刻地认识到，大数据必将改变社会的未来。

在大数据时代，企业信息化建设该如何借助大数据技术来支撑商业模式、业务模式以及经营模式的创新和变革，以适应时代变化的需要，是当下企业最迫切需要解决的问题。早在 20 世纪 80 年代，美国著名学者诺兰就提出了著名的企业信息化建设六阶段的诺兰模型，模型中指出了数据管理和数据治理是企业信息化的最高阶段，在这个阶段，企业数据的发展和企业的发展是同步的。在诺兰模型提出 30 年后的今天，大数据技术的出现在证明了诺兰的先见性的同时，也为企业信息化建设向高级阶段迈进奠定了坚实的技术基础。

“三分虚拟化技术、七分分布式管理、十二分大数据”将是企业在大数据时代下信息化建设的指导思想。作者遵循这一思想，重点阐述了企业如何利用开源的大数据相关产品来进行企业大数据系统的设计和开发。企业可以通过本书所描述的方法，在现有信息化建设的基础上快速构建出企业大数据系统。

本书由 6 篇共 24 章组成，内容如下。

篇 名	内 容 简 介
基础篇	基础篇重点讲述企业的大数据从哪里来、如何存储、怎样加工和可以用到哪里去的问题。该篇力图揭开大数据的神秘面纱，让读者尤其是企业的信息化建设管理者清楚大数据和大数据技术并不神奇，离人们并不遥远
技术篇	技术篇主要围绕着 HDFS（分布式文件系统）、MapReduce 分布式编程框架和 HBase 分布式数据库系统这三个大数据的核心技术，分别对其实现原理、开发方法和具体应用进行讲述。这三大技术是整个大数据的核心，清楚其原理对大数据的驾驭会有很大帮助
设计篇	设计篇以一个企业大数据系统为例，详细阐述其逻辑架构、物理架构、数据架构、运行架构、集成架构和开发架构等内容。读者可以发现大数据系统的架构与传统的企业管理信息系统并没有太大的不同，只是在个别层次和局部细节上有变化，而大数据的神奇之处正体现在这些地方
安装篇	安装篇讲述如何利用开源的 HDFS、HBase、ZooKeeper、Pig、Hive、Chukwa 这几个系统来搭建一个企业的大数据库系统。只要按照安装篇中描述的方法，就可以迅速搭建出一个大数据系统的运行环境。不用花费一分钱，就能构建出一个大数据运行系统，这对企业来说是一件非常向往的事
开发篇	开发篇是开发人员最关注的部分，作者针对 HDFS、HBase、ZooKeeper、Pig、Hive、MapReduce 这些系统给出了详细的开发过程，同时提供了大量的代码范例

续表

篇 名	内 容 简 介
实践篇	实践篇中给出了企业大数据盘系统和 Hadoop 日志系统的开发实例。在实例中按照书中讲述的设计和开发方法，对每一个系统的开发背景、体系架构、功能结构、代码开发进行了描述。这两个例子实际上是本书设计和开发方法的具体应用。当企业提出大数据系统的相关需求时，读者可以参照这些方法进行大数据系统的开发

## 致谢

本书完成后，我将去中国科学院云计算中心工作。这么多年的努力，我终于找到了一群志同道合的伙伴，终于有了一个施展才华的平台。感谢中国科学院云计算中心的领导和同仁们，让有我与你们一起为国家云计算、大数据建设和发展共同奋斗的机会。

华南师范大学的赵淦森博士一直致力于大数据技术的研究和推广工作，从他那里我得到了许多新的观点，在本书的写作过程中给我带来了许多启发。赵博士还在百忙之中抽空为本书作了序，在此表示衷心的感谢！

这本书的出版离不开电子工业出版社博文视点的郭立、孙学瑛等倾注的心血，正是他们不懈的努力才使得本书能与读者见面，在此对他们表示敬意。

我还要感谢我的朋友张业青、沈金、刘广平、陈建军等，是他们平时的交流和鼓励给了我创作的激情。

写作本书的工作量非常大，如果没有家庭长期以来的支持，是不可能完成此书的。在此要感谢我的妻子王爱珍，感谢这么多年对我的鼓励和支持；还要感谢我的女儿王安迪，一直都理解老爸并给以鼓励，在此预祝她 2014 年高考能取得好成绩，进入自己心仪的大学。

## 联系作者

作者的笔名是老庄，取自“老子”和“庄子”，多年来一直坚持软件是一门理论和实践相结合的学科的理念，试图找出软件中本源的东西。

如果您发现本书的问题或者需要询问技术问题，可以通过作者的微博和邮件进行交流。

微博地址：<http://weibo.com/1933935374>

邮件地址：[jlyang38@163.com](mailto:jlyang38@163.com)

作 者

# 目 录

## 第 1 篇 基础篇

第 1 章 大数据的三把利剑 .....	2	2.4.2 并行处理程序编码 .....	15
1.1 豌豆杂交实验 .....	2	2.4.3 结果在全局中呈现 .....	17
1.2 曹冲称象启示 .....	2	2.5 企业的大数据到哪里去 .....	17
1.3 谷歌的三把利剑 .....	4	2.5.1 大数据对企业 影响深远 .....	17
1.4 智慧改变世界 .....	4	2.5.2 大数据是一种新商品 .....	18
第 2 章 企业的大数据观 .....	5	2.5.3 精准营销需要大数据 .....	18
2.1 企业面临的挑战 .....	5	2.6 企业大数据观总结 .....	19
2.1.1 数据能力是核心竞争力 .....	5	第 3 章 大数据和大数据系统 .....	20
2.1.2 从粗放经营到智慧经营 .....	6	3.1 大数据 .....	20
2.1.3 技术与商业的双重挑战 .....	6	3.1.1 大数据概念 .....	20
2.2 企业大数据从哪来 .....	7	3.1.2 大数据的特征 .....	21
2.2.1 来自于主体的产生 .....	7	3.1.3 数据计量单位 .....	21
2.2.2 来自于客体的产生 .....	8	3.1.4 大数据来源 .....	22
2.2.3 来自于社会的产生 .....	9	3.1.5 大数据类型 .....	22
2.3 企业大数据如何存储 .....	9	3.2 大数据系统 .....	22
2.3.1 非结构化数据存储 .....	9	3.2.1 设计目标和原则 .....	23
2.3.2 结构化数据存储 .....	10	3.2.2 系统的设计思想 .....	23
2.3.3 半结构化数据存储 .....	11	3.2.3 系统的逻辑架构 .....	25
2.3.4 大数据存储的问题 .....	12	3.2.4 与现有系统的关系 .....	26
2.4 企业大数据如何加工 .....	13	3.2.5 当前的大数据系统 .....	28
2.4.1 分析或挖掘模型设计 .....	14		

## 第 2 篇 技术篇

第 4 章 分布、键值对与族 .....	36	5.3 系统架构 .....	42
4.1 分布与 MapReduce .....	36	5.3.1 逻辑架构 .....	42
4.2 键值对的奥妙所在 .....	38	5.3.2 物理架构 .....	43
4.3 动态数据库表原理 .....	39	5.4 运行机制 .....	43
第 5 章 HDFS (分布式文件系统) .....	40	5.4.1 文件读取 .....	43
5.1 设计目标 .....	40	5.4.2 文件写入 .....	44
5.2 基本概念 .....	40	5.4.3 特别关注 .....	46
5.2.1 块 .....	41	5.5 系统功能 .....	49
5.2.2 名称节点与数据节点 .....	41	5.5.1 多文件系统 .....	49
		5.5.2 目录管理 .....	50



5.5.3	文件管理	50	6.6.4	shuffle	74
5.5.4	文件归档	51	6.6.5	内存处理	75
5.5.5	并行复制	52	6.6.6	分布式缓存	76
5.6	系统 I/O 特性	52	6.7	类型与格式	77
5.6.1	完整性校验	52	6.7.1	MR 的类型	77
5.6.2	压缩与编码解码	54	6.7.2	输入格式	78
5.6.3	序列化	55	6.7.3	输出格式	80
5.6.4	特殊文件结构	56	6.8	MR 的开发	81
5.7	非 Java 访问接口	57	6.8.1	开发端环境的建立	82
5.8	系统性能	58	6.8.2	开发及单元测试	84
5.8.1	可靠性措施	58	6.8.3	本地运行测试	87
5.8.2	性能优化	59	6.8.4	集群运行	89
6.8.5	作业调试	92	6.8.6	远程调试	93
6.8.7	作业调优	94	6.9	MR  workflow	95
第 6 章	MapReduce 分布式编程模式	60	第 7 章	HBase 分布式数据库	96
6.1	不同于传统	60	7.1	设计目标	96
6.2	设计思想	61	7.2	基本概念	97
6.3	基本概念	61	7.2.1	逻辑模型	97
6.3.1	map()函数	62	7.2.2	物理模型	98
6.3.2	reduce()函数	62	7.2.3	区域	99
6.3.3	键值对	63	7.2.4	基本单元	99
6.3.4	中间结果	63	7.2.5	Region 服务器	100
6.3.5	移动代码	64	7.2.6	Master 主服务器	101
6.3.6	作业和任务节点	65	7.2.7	.META.元数据表	101
6.4	系统架构	65	7.2.8	-ROOT-元数据表	102
6.4.1	逻辑架构	65	7.3	系统架构	103
6.4.2	物理架构	66	7.3.1	逻辑架构	104
6.5	运行机制	67	7.3.2	物理架构	105
6.5.1	作业运行	67	7.4	运行机制	105
6.5.2	作业调度	69	7.5	系统功能	107
6.5.3	任务执行	70	7.5.1	用户界面	107
6.5.4	状态更新	70	7.5.2	shell 操作	109
6.5.5	作业完成	71	7.6	库表设计	112
6.5.6	故障处理	71	7.7	访问接口	112
6.6	关键技术	72			
6.6.1	计数器	72			
6.6.2	排序	73			
6.6.3	连接	73			

## 第 3 篇 设计篇

第 8 章	系统设计背景和目标	116	8.2	系统设计目标	117
8.1	系统设计背景	116	8.2.1	存在问题	117
			8.2.2	设计目标	118

第9章 系统架构设计	121	9.3.3 分布式数据库 数据结构	130
9.1 逻辑架构设计	121	9.3.4 关系型数据库 数据构成	131
9.1.1 系统逻辑架构	121		
9.1.2 系统运行逻辑	122		
9.2 功能架构设计	123		
9.2.1 大数据管理系统 的功能	124		
9.2.2 ZooKeeper 系统 的功能	126		
9.2.3 Chukwa 采集系统 的功能	127		
9.2.4 Pig 系统功能	127		
9.2.5 Hive 系统功能	128		
9.3 数据架构设计	128		
9.3.1 数据总体架构	129		
9.3.2 分布式文件数据结构	130		
		第10章 运行架构设计	132
		10.1 物理架构设计	133
		10.1.1 网络拓扑	133
		10.1.2 软/硬件选型	133
		10.2 集成架构设计	135
		10.2.1 总体集成设计	135
		10.2.2 专项集成设计	137
		10.3 安全架构设计	140
		10.3.1 用户层安全	140
		10.3.2 应用层安全	141
		10.3.3 数据层安全	141
		10.4 开发架构设计	142

## 第4篇 安装篇

第11章 安装规划	144	13.2.5 测试验证	158
11.1 安装目标	144	13.3 ZooKeeper 集群	159
11.2 安装步骤	145	13.3.1 解析配置	159
第12章 环境准备	147	13.3.2 模板创建	160
12.1 主机准备	147	13.3.3 复制分发	160
12.2 介质准备	147	13.3.4 运行启动	161
12.3 基础安装	148	13.3.5 测试验证	161
12.3.1 JDK 安装	148	第14章 分布式应用安装	163
12.3.2 用户创建	148	14.1 Pig 安装	163
12.3.3 SSH 配置	149	14.1.1 本地安装	163
第13章 集群安装	150	14.1.2 本地验证	164
13.1 HDFS 集群	150	14.1.3 集成配置	164
13.1.1 解析配置	150	14.1.4 集成验证	165
13.1.2 模板创建	151	14.2 Hive 安装	165
13.1.3 复制分发	153	14.2.1 内嵌安装与验证	166
13.1.4 运行启动	153	14.2.2 从内嵌改为独立	166
13.1.5 测试验证	154	14.2.3 从独立改为远程	169
13.2 HBase 集群	156	14.3 Chukwa 安装	171
13.2.1 解析配置	156	14.3.1 基础系统安装	171
13.2.2 模板创建	157	14.3.2 代理系统安装	172
13.2.3 复制分发	158	14.3.3 收集系统的安装	174
13.2.4 运行启动	158	14.3.4 作业系统的安装	175
		14.3.5 HICC 系统的安装	176

第 15 章 集成联调	177	15.2.3 Hive 与 Hbase 的集成	181
15.1 集群间的集成联调	177	15.2.4 Chukwa 与 HDFS 的集成	183
15.1.1 HBase 与 HDFS 集成联调	177	15.3 客户端与分布式系统间的 集成联调	184
15.1.2 HBase 与 ZooKeeper 集成联调	178	15.3.1 与分布式集群系统 的集成	184
15.2 分布式应用与集群间的 集成联调	179	15.3.2 与分布式应用系统 的集成	185
15.2.1 Pig 与 HDFS 的集成	179		
15.2.2 Hive 与 HDFS 的集成	180		

## 第 5 篇 开发篇

第 16 章 大数据系统应用开发思路 和环境	188	17.14 SequenceFile 文件格式 转换	212
16.1 总体思路	188	17.14.1 创建 SequenceFile 格式 的文件	213
16.1.1 大数据读写应用 的开发	188	17.14.2 读取 SequenceFile 格式 的文件	215
16.1.2 大数据分析应用 的开发	188	17.15 MapFile 文件格式转换	217
16.2 开发环境	189	17.15.1 创建 MapFile 格式 的文件	217
16.2.1 Plugin 插件的安装	189	17.15.2 读取 MapFile 格式 的文件	218
16.2.2 Hadoop 开发环境 的配置	190	17.15.3 SequenceFile 格式转换 成 MapFile 格式	220
16.2.3 示例程序验证	191		
第 17 章 HDFS 文件读/写应用开发	196	第 18 章 HBase 数据库读/写 应用开发	222
17.1 文件列表	196	18.1 创建表	222
17.2 文件读取	197	18.2 删除表	224
17.3 文件上传	198	18.3 查询数据库中的表	225
17.4 文件创建	199	18.4 插入记录	226
17.5 文件写入	200	18.5 查询记录	228
17.6 文件压缩与解压	201	18.5.1 列族的查询	228
17.6.1 压缩写入	201	18.5.2 查询所有记录	229
17.6.2 解压后读取	203	18.5.3 基于行键查询	231
17.7 目录创建	205	18.5.4 基于标签值查询	232
17.8 文件重命名	206	18.5.5 组合条件查询	234
17.9 删除文件	207	18.6 修改记录	236
17.10 查看文件时间	208	18.7 删除记录	237
17.11 查看文件是否存在	209		
17.12 查找文件位置	210		
17.13 查找集群所有的节点	211		

第 19 章 ZooKeeper 开发 .....	238	20.12 全局参数应用 .....	305
19.1 创建节点 .....	238	20.13 全局文件应用 .....	309
19.2 删除节点 .....	240	20.14 关系数据库访问 .....	311
19.3 加入子节点 .....	242	20.14.1 关系数据库读取 .....	312
19.4 列出节点成员 .....	242	20.14.2 关系数据库的写入 .....	315
19.5 获取节点内容 .....	244	第 21 章 Pig 开发 .....	319
第 20 章 MapReduce 开发 .....	247	21.1 脚本编程 .....	319
20.1 定制数据类型 .....	247	21.1.1 脚本语言 .....	319
20.2 定制输入格式 .....	250	21.1.2 脚本编程 .....	322
20.3 定制输出格式 .....	254	21.1.3 脚本运行 .....	323
20.4 将整个文件作为输入 .....	259	21.2 自定义函数 .....	327
20.5 小文件聚合成一个文件 .....	264	21.2.1 编译打包 .....	327
20.6 多集合文件输出 .....	266	21.2.2 测试运行 .....	328
20.7 对压缩数据处理 .....	268	第 22 章 Hive 开发 .....	329
20.8 定制 partioner .....	271	22.1 HiveQL 语言 .....	329
20.9 定制 combiner .....	274	22.1.1 HiveQL 的数据类型 .....	329
20.10 MapReduce 组合 .....	278	22.1.2 HiveQL 的常用操作 .....	330
20.10.1 迭代组合 .....	278	22.2 UDF 编码 .....	339
20.10.2 线性组合 .....	283	22.3 UDAF 编码 .....	341
20.10.3 依赖组合 .....	284	22.4 客户端编码 .....	343
20.10.4 前后链式组合 .....	288	22.4.1 与 Hive 服务器端连接	
20.11 多数据源连接 .....	292	建立 .....	343
20.11.1 Reduce 端连接 .....	292	22.4.2 与 Hive 进行指令交互 .....	344
20.11.2 Map 端连接 .....	297	22.4.3 客户端命令组织 .....	345
20.11.3 Map 端过滤的 Reduce		22.4.4 程序运行结果 .....	346
端连接 .....	300		

## 第 6 篇 实践篇

第 23 章 企业大数据盘系统 .....	348	24.3 系统功能设计 .....	353
23.1 系统开发背景 .....	348	24.4 系统代码实现 .....	353
23.2 系统架构设计 .....	348	24.4.1 系统连接代码 .....	353
23.3 系统功能设计 .....	349	24.4.2 Hive 模块代码 .....	355
23.4 系统代码实现 .....	350	24.4.3 系统组织代码 .....	356
第 24 章 Hadoop 的日志分析 .....	352	24.5 系统实现效果 .....	357
24.1 系统开发背景 .....	352	参考文献 .....	358
24.2 系统架构设计 .....	352		

# 航标灯目录

## 第1篇 基础篇

第1章 大数据的三把利剑 .....	2
第2章 企业的大数据观 .....	5
航标灯：变化，无论是突如其来的，还是循序渐进的，有时都会淘汰你认为理所当然的一切。 .....	5
航标灯：企业将数据看成资源、资产和能力，是一个对数据认识不断深入的过程。 .....	5
航标灯：智慧经营是以“全系统、全业务、全信息”作为企业数据工作的指导思想。 .....	6
航标灯：大数据是助企业从粗放经营转变为智慧经营的重要抓手。 .....	6
航标灯：大数据是企业社会责任的一个延伸。 .....	7
航标灯：无论哪种类型的企业都需要大数据，企业应具备依据数据来做判断和决策的能力。 .....	7
航标灯：大数据可以来源于企业现有的信息管理系统，也可来源于与其相关联的人和组织。 .....	8
航标灯：具有物联功能是企业产品未来必须具备的产品要素之一。 .....	9
航标灯：在智慧经济时代，企业对社会而言应是透明的。 .....	9
航标灯：大数据是存放在计算机设备中，采用分而治之的分布式方式进行存储的。 .....	9
航标灯：分布式文件系统是解决非结构化数据存储的一个重要手段。 .....	10
航标灯：分布式数据库系统可以使现有的结构化数据焕发出新的活力。 .....	11
航标灯：流数据的解决技术是物联网发展过程中的关键技术之一。 .....	12
航标灯：大数据是一场革命，庞大的数据资源使得各个领域开始了量化进程。 .....	12
航标灯：企业除了要有靓丽的外表，还要有一个智慧的大脑。 .....	14
航标灯：简单地说，企业大数据加工过程就是由建模、编码、呈现三个步骤构成。 .....	14
航标灯：分析和挖掘建模一方面是为了得出对总体未来的准确预测，另一方面是为了对目前个体间差异或相同的原因分析，找出其关联性。 .....	15
航标灯：集群计算遵循“分而治之、以量取胜”的思想。 .....	15
航标灯：Map 用于分析，Reduce 用于归纳。分析是手段，归纳是目的。 .....	16
航标灯：禅学里的经典案例“幡在动，还是心在动”很好地道出了动与不动的相对性。 .....	16
航标灯：大数据呈现技术是大数据走进寻常百姓生活里的关键。 .....	17

航标灯：“三分云计算技术，七分分布式管理，十二分大数据”将是未来企业的 信息系统建设的指导思想。·····	18
航标灯：在大数据时代，企业无所谓大小，只要善用大数据，小企业变成大企业 只是一个时间问题。·····	18
航标灯：大数据将改变企业的营销模式。·····	19
航标灯：“形式化采集、分布式存储、并行化加工、关联化分析、图形化展现” 是大数据系统的特征。·····	19
航标灯：“资金流、信息流、物流、大数据”是未来企业的四个关键要素。·····	19
<b>第3章 大数据和大数据系统</b> ·····	<b>20</b>
航标灯：企业借助大数据可以找出问题，预测变化。“运筹帷幄，决胜千里” 是每个企业都希望拥有的能力。·····	20
航标灯：大数据不是传统的数据物理上的大集中，而是现代的数据逻辑上的 大一统。·····	21
航标灯：大数据系统可以在企业数量无比庞大的数据中发现金子。·····	23
航标灯：海量、高速、并行、廉价是大数据系统的目标，其中廉价是最重要的 一个目标。·····	23
航标灯：同构的多个系统集成起来，通过配置改变其作用是大数据系统 设计的技巧。·····	24
航标灯：主从模式、移动逻辑、指令流-数据流分离是大数据系统在设计中 的关键。·····	25
航标灯：没有传统的信息系统提供数据，大数据系统将“巧妇难为无米之炊”。·····	26
航标灯：现有的信息系统构成的是一个皇冠的基座，大数据系统是这个皇冠正中 镶嵌的宝石。·····	27
航标灯：虚拟化解决的是节流问题，而大数据解决的是开源问题。·····	28
航标灯：谷歌（Google）的成功是因为其独特的视角：“人人为我生产数据， 我为人人生产信息”。·····	28
航标灯：开源把传统的IT巨头从神坛上毫不留情地拉了下来。·····	33
航标灯：感谢Hadoop的开源，可以使企业快速搭建一个大数据系统。·····	33

## 第2篇 技术篇

<b>第4章 分布、键值对与族</b> ·····	<b>36</b>
航标灯：“曹冲称象”是理解分布式概念最好的一个案例。·····	36
航标灯：“可拆分、可处理、可合并”是分布的三个特性。·····	36
航标灯：大数据的解决方法正是运算能力分布和运算对象分布这两个法则的 综合运用。·····	37
航标灯：空间并行的算法策略是采用分而治之法，空间并行实现的前提是运算 能力的分布和运算对象的分布。·····	38
航标灯：昂贵的超算设备与大数据倡导的廉价精神是不符的。·····	38

航标灯：键值是对数组的另一种称谓，一切数据都是从数组中变化出来的。·····	38
航标灯：键值对也是“以序容易”思想在输入、输出数据上的一种体现。·····	38
航标灯：数据随时间推移在量上是可变的，数据随时间推移关系是可变的。·····	39
航标灯：在一个空间里对大量数据无论做多么精妙的算法处理，都只能治标，而不能治本。·····	39
航标灯：要解决数据加工的问题，首先要解决数据查询的问题。·····	39
航标灯：以三个字段作为一个数据基本关系是动态数据库表的关键。·····	39
<b>第 5 章 HDFS（分布式文件系统）·····</b>	<b>40</b>
航标灯：HDFS 是大数据系统的基石。·····	40
航标灯：HDFS 解决了运算对象分布的问题。·····	40
航标灯：主从模式是贯穿分布式系统始终的。主代表整体抽象，从代表部分实在，合起来才是一个实在的整体。·····	41
航标灯：目录、文件、数据是任何一个文件系统都不可缺少的三个要素。·····	42
航标灯：名称节点负责目录和文件及与数据内容关系的管理，数据节点负责数据内容存储的管理。·····	43
航标灯：分布式数据的读取是客户端与数据节点直接交互的。·····	44
航标灯：分布式数据的写入时已充分考虑了数据存储安全的问题。·····	45
<b>第 6 章 MapReduce 分布式编程模式·····</b>	<b>60</b>
航标灯：MapReduce 是运算能力分布的具体运用。·····	60
航标灯：MapReduce 程序是客户端程序也是服务器端程序，它可以将程序动态传递到服务器端去运行。·····	60
航标灯：MapReduce 程序运行不同于以往，它不在本地处理，而是将函数传递到远端的数据节点上去运行。·····	61
航标灯：“分而治之、移动逻辑、屏蔽底层、处理定制”是 MapReduce 的核心设计思想。·····	61
航标灯：同样的数据用不同的 MapReduce 程序来处理，会得出不同的结果。不改变数据结构而改变计算方式是 MapReduce 的核心理念。·····	62
航标灯：map()函数就是对原始数据进行预分析和预处理，是在做减法，是从分布式对象块中提取出有价值的分布式对象集的函数。·····	62
航标灯：reduce()函数就是对 Map 分析过后的数据做归并，是做除法，得出归纳的结论。·····	63
航标灯：键值对是 map()函数和 reduce()函数的数据上下文。·····	63
航标灯：为解决分析过的数据体量依然大的问题，可以增加中间算法来减小 Reduce 处理的数据量。·····	64
航标灯：移动代码就像把加工厂搬到田间地头，就近处理。·····	65
航标灯：分布式运算同样遵循主从模式原则。·····	65
航标灯：MapReduce 的运行是由主节点统一控制的。·····	67
航标灯：一个 MapReduce 的作业运行是由十个步骤的活动构成的。·····	69

航标灯: 作业调度是解决在资源有限的情况下, 多个作业如何协同运行的问题。·····	69
航标灯: 任务执行都是任务节点上由 JVM 进程来运行 MapReduce 程序。·····	70
航标灯: 记录作业执行全过程的状态信息, 是为了让主节点可以了解作业的 运行状态, 以便制定决策。·····	71
航标灯: 深入分布式运行的细节, 可以使你更好地应用分布式编程的技巧。·····	72
航标灯: MapReduce 的键值对的数据类型有严格的对应关系。·····	78
航标灯: 输入格式是告诉 Map 处理器原始数据的格式, 数据处理的本质都是 有一个最小的计量单位。·····	79
航标灯: 输出格式是告诉 Reduce 处理器最终数据结果的存储格式。·····	80
航标灯: MapReduce 程序的开发分七步走。·····	82
航标灯: MapReduce 程序的开发本质就是开发一个 Java 类。·····	82
航标灯: 对于复杂的分布式作业, 可以由多个简单的 MapReduce 组成串行、并行、 分支等工作流形式运行予以解决。·····	95
<b>第 7 章 HBase 分布式数据库</b> ·····	<b>96</b>
航标灯: 分布式数据库是一种非固定结构的动态数据库。·····	96
航标灯: 分布式数据库中的表是主题库的概念。·····	97
航标灯: 分布式数据库中的列族是传统数据库中表的概念。·····	97
航标灯: 分布式数据库中的标签是传统数据库中表的字段的概念。·····	98
航标灯: 分布式数据库中的行键是传统数据库中表的主键的概念。·····	98
航标灯: 分布式数据库中表是由传统关系数据库中的多张表构成的。·····	98
航标灯: 区域是分布式数据库中表的存储空间的一种划分单位。·····	99
航标灯: 数据库的数据都是存储在 Region 服务器的本地硬盘上的。·····	101
航标灯: Master 主服务器是监控 Region 服务器运行状态的管理主机。·····	101
航标灯: .META.表是记录 Region 服务器上存储的数据的索引信息的表。·····	102
航标灯: -ROOT-表是记录所有 Region 服务器上.META.表的索引信息的表。·····	103
航标灯: 对分布式数据库表的访问分七个步骤。·····	107
航标灯: 分布式数据库表的设计是面向主题库的。·····	112

## 第 3 篇 设计篇

<b>第 8 章 系统设计背景和目标</b> ·····	<b>116</b>
航标灯: 数据管理和数据成熟是企业信息化建设的高级阶段。·····	117
航标灯: 大集成、大集中为企业大数据建设奠定了基础。·····	118
航标灯: 企业的大数据系统是以“全业务、全系统、全信息”和“数据是企业资产” 作为核心指导思想的。·····	118
航标灯: 建立企业的大数据系统就是要使企业具备基于数据判断、基于数据 决策的能力。·····	119
航标灯: 如何让企业的人、财、物、产、供、销等业务更加智慧, 是企业的 核心诉求。·····	119



第 9 章 系统架构设计 .....	121
航标灯: 分布式平台+分析式应用是企业大数据系统架构的关键。 .....	121
航标灯: 传统的应用只需调用分布式应用的接口, 就可以变成基于大数据系统的应 用。 .....	123
航标灯: 大数据管理系统是大数据系统的关键系统之一。 .....	124
航标灯: 资源管理、关系管理、行为管理是任何一个信息系统都必须具备 的三要素。 .....	124
航标灯: ZooKeeper 系统为多个系统间提供协调服务。 .....	126
航标灯: 假如觉得 MapReduce 编程太麻烦, 可以采用 Pig 的脚本语言进行 快速编程来处理大数据。 .....	128
航标灯: Hive 可以让开发人员通过类 SQL 语句来轻松驾驭大数据。 .....	128
航标灯: 大数据系统建设是对企业现有数据资产的一次盘点。 .....	129
航标灯: 任何非结构化的都是表面现象, 其本质还是结构化的。 .....	130
航标灯: 归类存放数据是根本之道。 .....	130
第 10 章 运行架构设计 .....	132
航标灯: 大规模用户并发和海量数据处理是企业大数据系统在运行架构设计时 重点要解决的问题。 .....	132
航标灯: 企业大数据系统包括 HTTP、SOAP、RPC 三种协议。 .....	133
航标灯: 在物理架构设计上要坚持分区分域的原则。 .....	133
航标灯: 企业大数据系统的集成可以分为总体集成和专项集成。 .....	135
航标灯: 总体集成工作主要包括门户界面集成、应用功能集成和主从节点集成。 .....	135
航标灯: 针对每一层的关键行为加入安全要素的设计, 以确保大数据系统的 整体安全。 .....	140
航标灯: 建议企业大数据系统全面采用 Java 语言进行开发。 .....	142

## 第 4 篇 安装篇

第 11 章 安装规划 .....	144
航标灯: 安装从规划开始, 规划是预先对全局空间、设备、资源的划分和关系 的定义。 .....	144
航标灯: 安装规划最重要的工作成果就是包含有 IP、名称、内容、数量的一张 安装规划表。 .....	145
航标灯: 安装原则是“先底层, 再上层; 先局部验证, 再总体验证”。 .....	146
第 12 章 环境准备 .....	147
航标灯: 分布式系统的安装是以同构、一致为基础的。 .....	147
第 13 章 集群安装 .....	150
航标灯: 配置文件、SSH、本地文件是分布式文件系统建设的三个关键要素。 .....	152