成都市哲学社会科学规划研究项目
“高职院云教育平台的应用与推广”（编号：2017R08）基金项目资助

云平台中的用户行为与访问控制策略研究

YUNPINGTAIZHONG DE YONGHU XINGWEI
YU FANGWEN KONGZHI CELÜE YANJIU

刘　波　纪　娟／著

四川大学出版社

作者简介：

刘　波 硕士，副教授，毕业于电子科技大学。现就职于四川广播电视大学信息中心。先后主持部级科研课题1项，校级重点课题1项；参与部级科研课题1项、厅级课题4项，校级重点项目2项。近年来在期刊上发表论文20余篇。课题研究报告“基于数据挖掘技术的远程开放教育学生流失预测研究”，获2014国家开放大学系统优秀科研成果一等奖；专题网站“四川社区教育网”，获四川省第十四届电教科研成果三等奖。

纪　娟 硕士，本科毕业于湖南工业大学，硕士毕业于成都理工大学，现就职于四川广播电视大学。先后主持厅级重点课题1项，校级青年课题1项；参与厅级课题2项，校级重点课题2项。近年来在期刊上发表论文10余篇。研究成果曾获国家开放大学优秀科研成果二等奖、四川高校马克思主义基本原理教学研究会微课教学竞赛三等奖以及四川广播电视大学优秀科研成果二等奖。

云平台中的用户行为与访问控制策略研究

YUNPINGTAIZHONG DE YONGHU XINGWEI
YU FANGWEN KONGZHI CELÜE YANJIU

ISBN 978-7-5690-1762-5

定价: 59.00元

云平台中的用户行为与访问控制策略研究

YUNPINGTAIZHONG DE YONGHU XINGWEI
YU FANGWEN KONGZHI CELÜE YANJIU

刘　波　纪　娟／著

四川大学出版社

责任编辑:曾　鑫
责任校对:江明清
封面设计:墨创文化
责任印制:王　炜

图书在版编目(CIP)数据

云平台中用户行为与访问控制策略研究 / 刘波，纪娟著. —成都：四川大学出版社，2018.4
ISBN 978-7-5690-1762-5

Ⅰ.①云…　Ⅱ.①刘…　②纪…　Ⅲ.①计算机网络-研究　Ⅳ.①TP393

中国版本图书馆 CIP 数据核字（2018）第 074439 号

书名　**云平台中用户行为与访问控制策略研究**

著　　者　刘　波　纪　娟
出　　版　四川大学出版社
地　　址　成都市一环路南一段 24 号 (610065)
发　　行　四川大学出版社
书　　号　ISBN 978-7-5690-1762-5
印　　刷　郫县犀浦印刷厂
成品尺寸　185 mm×260 mm
印　　张　10.25
字　　数　248 千字
版　　次　2018 年 10 月第 1 版
印　　次　2018 年 10 月第 1 次印刷
定　　价　59.00 元

◆读者邮购本书,请与本社发行科联系。
电话:(028)85408408/(028)85401670/
(028)85408023　邮政编码:610065
◆本社图书如有印装质量问题,请
寄回出版社调换。
◆网址:http://press.scu.edu.cn

序

随着虚拟化技术及云计算技术的快速发展与应用，使得分布式计算的运行成本大幅度降低，信息系统的设计与部署均逐步向云平台迁移；云平台用户数目呈现几何数量的增长，云平台的安全边际变得十分模糊，各个网络安全域之间的大规模用户安全互访及大范围内的资源共享必然成为亟待解决的问题，而用户行为鉴别和访问授权是保障这种资源共享安全性的重要措施之一。

自 2017 年 6 月 1 日起，《中华人民共和国网络安全法》开始施行，将网络安全上升到国家战略的层面，而云平台的系统安全是信息系统通用安全技术要求的重要部分，本书研究的部分不涉及网络基础安全、操作系统安全、数据库安全、服务器安全和计算机终端安全等领域。

行为授权就是在特定的信息系统边界中为用户分配适合的权限，信息系统的架构变迁决定了用户行为授权的复杂度。在早期单体式软件的简单授权策略中，常常采取用户、权限二元访问矩阵表示对授权策略；而在单体复杂集中平台授权策略中，通常采取角色、任务或工作等抽象体来关联用户与权限；在当前云平台环境下，分布式的架构与异构部署导致用户行为授权的不易，只有把多种授权模型综合运用在不同生产环境中才是可取之法。

在网络环境下的云平台系统内部安全中，主要集中在身份鉴别和访问控制两方面。在身份鉴别方面，云平台的用户身份不仅仅局限于某个孤立的信息系统中，还需要在不同环境下的信息系统中流转，这需要在可信系统身份基础上，建立起云平台的统一身份认证策略。在访问控制方面，无论是从最初的自主访问控制、强制访问控制到角色访问控制、任务访问控制等模型，均不能有效解决云平台的授权需求矛盾。在云平台的访问控制实践中，可随着用户数目的膨胀及用户的流动性等特征，利用组织架构、分组或标签化等形式表示用户的管理策略，针对不同用户在不同云平台系统中设计有效的访问控制策略。

正是在上述时代背景下，四川广播电视大学与四川华新职业学院联合课题组的同志早在 2012 年开始用户行为授权的相关研究与信息系统应用实践，并于 2017 年 5 月承担了成都哲学社会科学规划项目“高职院云教育平台的应用与推广”（2017R08）。经过多年的总结与研究，形成了本书。全书共十章。作者梳理了多种授权策略理论模型，对云平台、云移动平台和物联网等新兴事物的安全策略进行了分析，其中既有信息管理安全的理论基础，也包括管理学、系统科学等方面的理论基础。在 RBAC 模型基础上，建立了基于层级权限的角色访问控制框架和增强约束的访问控制框架，通过某金融业务系

统、某 C/S 管理信息系统和某 B/S 管理信息系统探讨了云管理信息系统的授权策略实践；也通过远程教育平台权限设计、云移动学习平台用户行为授权开发和基于 Moodle 的云教育平台访问控制分析了云教育平台的授权策略实践。最后，作者提出了目前云平台建设过程中新技术对授权策略的需求变动，以期引起研究者的注意和设计者的重视，从而开展进一步的深入研究。

综观全书，整篇布局得当，结构合理，条例层次清晰，内容丰富，论证清楚有力。书中不少内容反映了作者具有创新意义的研究工作。成果具有较强的学术性，对云平台的授权策略建设实践具有一定的指导意义。

云平台是新生发展事物，对其授权策略的架构认识有一个逐步深入的过程，对其建设也有一个逐步推进和发展的过程，这无疑也是需要在大量应用实践中不断深入分析研究、探索和完善的课题。希望《云平台中用户行为与访问控制策略研究》的书写，能够起到发扬光大和不断反思的作用，引起越来越多的研究者和应用设计者的注意和兴趣；也期待本书能对信息管理决策有所帮助，对实践者有一定的参考指导作用。

肖宇峰

2018 **年** 2 **月** 27 **日**

目　录

第一章 绪 论

随着计算机技术、通信技术及互联网的飞速发展，网络信息安全已经越来越引起人们的重视，它要求对数据或操作实现更有效的管理。而访问控制作为一种重要的安全技术，已经渗透到操作系统、数据库、网络和应用系统的各个方面。

信息、信息处理过程和对信息起支持作用的信息系统及信息网络都是重要的无形资产。信息的保密性、完整性和可用性对保持竞争优势、资金流动、效益、法律符合性和商业形象都是至关重要的，然而，越来越多的组织及其信息系统和网络面临着各种计算机安全方面的威胁，这与系统的自身设计有很大的关系，所以必须依靠各种各样的技术手段来确保信息系统的安全，减少其受到来自内、外部的威胁。

1.1 背景和意义

信息保护问题，从概念上，可以为每一个需保护的客体建立一个不可攻破的保护墙。Elisa 等讨论了运用强制授权限制在工作流管理系统中的运用，1975 年，J. H. Saltzer 和 M. D. Schroeder 以保护机制的体系结构为中心，探讨了计算机系统的信息保护问题，重点考察了能力实现结构和访问控制表实现结构，提出了信息机制的八条原则。

（1）机制经济性原则：保护机制应设计得尽可能简单和短小。有些设计和实现错误可能产生意想不到的访问途径，而这些错误在常规使用中是察觉不出的，难免需要进行诸如软件逐行排查工作，简单而短小的设计是这类工作成功的关键。

（2）失败－保险默认原则：访问判定应建立在显式授权而不是隐式授权的基础上，显式授权指定的是主体该有的权限，隐式授权指定的是主体不该有的权限。在默认情况下，没有明确授权的访问方式，应该视作不允许的访问方式，如果主体欲以该方式进行访问，结果将是失败，这对于系统来说是保险的。

（3）完全仲裁原则：对每一个客体的每一次访问都必须经过检查，以确认是否已经得到授权。

（4）开放式设计原则：不应该把保护机制的抗攻击能力建立在设计的保密性基础之上，应该在设计公开的环境中设法增强保护机制的防御能力。

（5）特权分离原则：为一项特权划分出多个决定因素，仅当所有决定因素均具备时，才能行使该项特权。正如一个保险箱设有两把钥匙，由两个人掌管，仅当两个人都

提供钥匙时，保险箱才能打开。

（6）最小特权原则：分配给系统中的每一个程序和每一个用户的特权应该是它们完成工作所必须享有的特权的最小集合。

（7）最少公共机制原则：把由两个以上用户共用和被所有用户依赖的机制的数量减少到最小。每一个共享机制都是一条潜在的用户间的信息通路，要谨慎设计，避免无意中破坏安全性。应证明为所有用户服务的机制能满足每一个用户的要求。

（8）心理可接受性原则：为使用户习以为常地、自动地正确运用保护机制，把用户界面设计得易于使用是根本。

1.2 访问控制策略

传统的访问控制技术主要分为两大类，即自主型的访问控制（Discretionary Access Control，DAC）和强制型的访问控制（Mandatory Access Control，MAC）。

DAC是目前计算机系统中实现最多的访问控制机制，它是在确认主体身份以及（或）它们所属组的基础上对访问进行限定的一种方法。其基本思想是：允许某个主体显式地指定其他主体对该主体所拥有的信息资源是否可以访问以及可执行的访问类型。如Windows和Unix就是这种类型。MAC是“强加”给访问主体的，即系统强制主体服从访问控制政策。它预先定义主体的可信任级别及客体（信息）的敏感程度（安全级别）。用户的访问必须遵守安全政策划分的安全级别的设定以及有关访问权限的设定。这种访问控制方式主要适合于多层次安全级别的军事应用。这两种访问控制方式有其明显的不足，DAC将赋予或取消访问权限的一部分权力留给用户个人，这使得管理员难以确定哪些用户对哪些资源有访问权限，不利于实现统一的全局访问控制。而MAC由于过于偏重保密性，对其他方面如系统连续工作能力、授权的可管理性等考虑不足。

20世纪90年代以来出现的基于角色的访问控制（Role Based Access Control，RBAC）技术有效地克服了传统访问控制技术中存在的不足之处，可以减少授权管理的复杂性，降低管理开销，而且还能为管理员提供一个比较好的实现安全策略的环境。

在RBAC中，引入了角色这一重要概念。所谓“角色”，就是一个或一群用户在组织内可执行的操作集合。RBAC的基本思想是：授权给用户的访问权限，通常由用户在一个组织中担当的角色来确定。例如，一个银行包含的角色可以有出纳员、会计师和贷款员等。由于他们的职能不同，所拥有的访问权限显然也各不相同。RBAC根据用户在组织内所处的角色进行访问授权与控制。也就是说，传统的访问控制直接将访问主体（发出访问操作、存取要求的主动方）和客体（被调用的程序或欲存取的数据）相联系，而RBAC在中间加入了角色，通过角色沟通主体与客体。真正决定访问权限的是用户对应的角色。

RBAC对访问权限的授权由管理员统一管理，而且授权规定是强加给用户的，用户只能被动接受，不能自主地决定。用户也不能自主地将访问权限传给他人。这是一种非自主型访问控制。用户以什么样的角色对资源进行访问，决定了用户拥有的权限以及可

执行何种操作。所以在RBAC中，访问的主体变成了角色。为了提高效率，避免相同权限的重复设置，RBAC采用了“角色继承”的概念，定义了这样的一些角色，它们有自己的属性，但可能还继承其他角色的属性和权限。角色继承把角色组织起来，能够很自然地反映组织内部人员之间的职权和责任关系。RBAC的最大优势在于它对授权管理的支持。通常的访问控制实现方法，将用户与访问权限直接相联系，当组织内人员新增或离开时，或者某个用户的职能发生变化时，需要进行大量授权更改工作。而在RBAC中，角色作为一个桥梁，沟通于用户和资源之间。对用户的访问授权转变为对角色的授权，然后再将用户与特定的角色联系起来。一旦一个RBAC系统建立起来以后，主要的管理工作即为授权或取消用户的角色。RBAC的另一优势在于：系统管理员位于比较抽象且与企业通常的业务管理相类似的层次上。

1.3 RBAC模型的发展

随着RBAC模型多种扩展理论的提出以及各种RBAC模型的相互比较，RBAC模型在理论上取得了很多研究成果。模型最初是为了解决MAC和DAC模型的问题而提出来的。2000年Osborn等人研究了这个问题，证明了RBAC是一种适应性更强的控制模型。他们利用RBAC模型成功地模拟了MAC和DAC，通过定义合适的用户、角色和权限，RBAC模型可以衍生出更多种类的访问控制模型，从而可以真正取代已有的两种模型。

角色管理是RBAC模型中最重要的部分，有许多研究都是针对如何处理角色间的关系以及如何优化角色模型的管理。限制是RBAC96模型引入的一个角色间关系的概念。由于限制是一个十分抽象的概念，如何定义限制，如何管理限制都是很重要的问题。

一个模型无论理论上提得多么好，最终的实用性才是检验一个模型好坏的标准。RBAC模型从提出至今就一直有着各种应用。如在Web上的框架等，David Ferraiolo在提出第一个RBAC模型之后，就实现了一个简单的原型系统。Ravi Sandhu也实现了自己的基于RBAC96和ARBAC97模型的原型系统。虽然他们发表的文章中给出了系统实现的框架和界面描述，但是系统仍然太简单，无法实用化，也无法处理各种复杂的角色关系问题。由于在RBAC模型中有角色继承关系，很多研究者从其他包含继承关系的角度来研究RBAC模型的实现。这里有OO（Object－Oriented）的方法、Java的方法、CORBA的方法、Graph的方法等多种角度。虽然并没有见到具体的采用何种方法来实现的实际RBAC系统，但是不可否认的是一个真正的RBAC系统必须综合采用这几种技术才能实现准确、高效的角色管理。

目前已有RBAC实用产品。在操作系统方面，Windows系列产品、Solaris都已经蕴涵了角色的概念；数据库产品诸如Oracle 8.0、Sybase 11.5、Informix 6.2、Mysql 5.0.4等都实现了不同程度的RBAC模型；Web安全产品中GetAccess、TrustedWeb、Tivoli等都实现了RBAC的一部分功能。但是目前的RBAC应用仍然不

是很广，许多理论问题都没有对应的实际解决方案，因此 RBAC 的应用层面仍然需要进行大量研究。

1.4 中间件技术及其发展现状

中间件是处在用户接口与主机或其他系统间的软件，可称为应用的操作系统。在众多关于中间件的定义中，比较普遍被接受的：中间件是一种独立的系统软件或服务程序，分布式应用软件借助这种软件在不同的技术之间共享资源，中间件位于客户机服务器的操作系统之上，中间件是一类软件，而非一种软件；不仅仅实现互联，还要实现应用之间的互操作；是基于分布式处理的软件，最突出的特点是其网络通信功能。

中间件主要用来解决分布异构问题。中间件技术就是“能把复杂变简单”。中间件是构造三层结构较为理想的解决方案。

从中间件发展到目前的 WebServices 是一种基于 Internet 的发展需求。我们可以将 WebServices 简单理解为对已有中间件技术的更高层次的封装。其业务逻辑和方法的实现还得依赖于底层的 CORBA、J2EE 等技术。

中间件平台为企业级软件系统的开发起了很大的作用。从应用系统开发的角度来分析，选择中间件能带来的如下利益：降低开发费用；有利于系统维护和二次开发；缩短开发周期和减少项目开发风险；最后，从纯程序员角度，大大减少了应用程序开发人员的工作，可以把更多的注意力放在业务逻辑上。

在以中间件为运行平台的应用系统中，客户端提出的服务请求不是直接提交给数据库，而是通过中间件提供的高速数据信道传送到服务器端，进而提交给数据库。这种高速数据信道有效地降低客户机与服务器以及客户机与数据库的连接数量；同时，交易服务中与数据库无关的逻辑处理任务也由中间件完成，从而进一步分担很多原来需要数据库完成的工作，从而提高了系统的工作效率。除此之外，它含有更多内涵，它包括平台功能，自身具有自主性、隔离性、激发性、主动性、并发性、认识能力等特性。

中间件提供了应用系统基本的运行（执行）环境，而中间件服务则提供了更多高级的功能，如名字服务、事件服务、通告服务、日志等服务，在这些服务之上，我们还需要考虑不同行业的需求和不同的应用领域。

中间件产品出现在 20 世纪 70 年代，消息通信和事务管理是其最初具有的功能。到了 90 年代，随着互联网的普及和企业计算的需要，对于中间件的需求也逐渐多样化，从而促使中间件技术进一步细分，产生了不同类别的中间件产品。

中间件分类有很多实现方式和很多种类，在这里，由底向上从中间件的层次上来划分，可分为以下三个大的层次：集成型中间件是中间件的高级发展阶段，将应用、门户、业务流程等因素加入进来；通用型中间件有十多年的发展历史，其代表技术是以 CORBA 为主的分布式体系；基础型中间件是中间件底层构建技术，其代表技术是虚拟机。当然，在这个大的层次划分下，中间件还可以细化为一些种类。普遍接受的中间件分类是：数据访问中间件、消息中间件（或称面向消息的中间件）、事务交易中间件

（或称事务处理监控程序）、面向对象的中间件、Web 应用服务器等。

1.5　本书的研究内容和组织结构

RBAC 模型虽然已逐渐成熟且具有较广泛的应用，但是仍有许多亟待研究解决的问题。在理论上，由于引入角色作为主体和客体的中介，方便了对客体的权限进行管理和对用户进行授权，实现权责分离。但是客体作为操作和对象的综合体，其语义十分模糊，并没有在模型中给出解释；在应用中，如何将理论模型应用于实际系统中并实现高效的访问控制，一直都很难，也是业界很关心的问题。本书针对 RBAC 模型的以上不足提出了云平台中的用户行为与访问控制策略，并在多个实际的信息系统及云平台中建立了适用的用户行为访问控制框架。

本书内容分为五个部分：

第一部分是绪论，包括第一、二章，讨论了云平台的用户行为与访问控制策略的背景和意义、访问控制策略及 RBAC 模型的发展、中间件技术的发展现状。

第二部分是云平台的用户行为授权，包括第三章。引入了云计算技术、物联网技术及云教育平台，分析适用的用户行为授权方式及访问控制设计。

第三部分是访问控制模型，包括第四、五、六、七章。介绍了访问控制的实现方法和典型的访问控制模型；重点讨论基于角色的访问控制及其缓存机制；构建了基于层级权限的访问框架，给出了层级权限 RBAC 的几种关键算法，设计了 HP－BRAC 模型中间件及其应用框架；在访问控制三元组的设计中，给出了多种用户及权限约束机制，也分析了约束冲突的类型及解决策略的示例。

第四部分是访问控制模型的运用，包括第八、九章。从云管理信息系统和云教育平台等多个实际应用系统的访问控制设计验证第三部分的理论模型，讨论访问控制模型在不同的应用系统中有多重类型的组合应用。

第五部分是总结，包括第十章。对全书进行整体总结，并对云平台建设设计、用户行为体验和授权策略的简单实用性等进行了展望。

第二章　云计算与云教育平台

2.1　云计算技术

云计算是一种以数据和处理能力为中心的密集型计算模式，是传统计算机和网络技术发展融合的产物。中国云计算网将云计算定义为：云计算是分布式计算（Distributed Computing）、并行计算（Parallel Computing）和网格计算（Grid Computing）的发展，或者说是这些科学概念的商业实现。其核心技术有：虚拟化技术、分布式数据存储技术、编程模型、大数据管理技术和云计算平台管理技术。

（1）虚拟化技术。

虚拟化技术是一种资源管理技术，不受现有资源的架设方式、地域或物理组态所限制，以虚拟资源形式调配计算机中的各种实体资源，如服务器、网络、内存及存储等，从而集中管理和使用物理资源，最终合理调配计算机资源，增强系统的弹性和灵活性，提高资源利用效率，使其高效服务。

在云计算中，数据、应用和服务都存储在云中，统一管理所有资源。虚拟化技术可以抽象物理资源底层架构，使得设备的差异和兼容性对上层应用透明，从而允许云对千差万别的底层资源统一管理，虚拟化技术是云计算技术中最关键和最核心的技术原动力，也是云计算的基础部分，所有的云计算操作是在虚拟化的基础上完成。

（2）分布式数据存储技术。

云计算的另一大优势就是能够快速、高效地处理海量数据。在数据爆炸的今天，这一点至关重要。为了保证数据的高可靠性，云计算通常会采用分布式存储技术，将数据存储在不同的物理设备中。这种模式不仅摆脱了硬件设备的限制，而且扩展性更好，能够快速响应用户需求的变化。

分布式存储与传统的网络存储并不完全一样，传统的网络存储系统采用集中的存储服务器存放所有数据，存储服务器成为系统性能的瓶颈，不能满足大规模存储应用的需要。分布式网络存储系统采用可扩展的系统结构，利用多台存储服务器分担存储负荷，利用位置服务器定位存储信息，它不但提高了系统的可靠性、可用性和存取效率，而且易于扩展。

在当前的云计算领域，Google 的 GFS（Google File System）和 Hadoop 开发的开源系统 HDFS（Hadoop Distributed File System）是比较流行的两种云计算分布式存储

系统。

GFS 技术：谷歌的非开源的 GFS 云计算平台满足大量用户的需求，并行地为大量用户提供服务。它使得云计算的数据存储技术具有了高吞吐率和高传输率的特点。

HDFS 技术：大部分 ICT（Information Communication Technology）厂商，包括 Yahoo、Intel 的“云”计划采用的都是 HDFS 的数据存储技术。未来的发展将集中在超大规模的数据存储、数据加密和安全性保证、继续提高 I/O 速率等方面。

（3）编程模型。

从本质上讲，云计算是一个多用户、多任务、支持并发处理的系统。高效、简捷、快速是其核心理念，它旨在通过网络把强大的服务器计算资源方便地分发到终端用户手中，同时保证低成本和良好的用户体验。在这个过程中，编程模式的选择至关重要。云计算项目中分布式并行编程模式将被广泛采用。

分布式并行编程模式创立的初衷是更高效地利用软、硬件资源，让用户更快速、更简单地使用应用或服务。在分布式并行编程模式中，后台复杂的任务处理和资源调度对于用户来说是透明的，这样能够大大提升用户体验。MapReduce 是当前云计算主流并行编程模式之一。MapReduce 模式将任务自动分成多个子任务，通过 Map 和 Reduce 两步实现任务在大规模计算节点中的高度与分配。

MapReduce 是 Google 开发的 Java、Python、C++编程模型，主要用于大规模数据集（大于 1TB）的并行运算。MapReduce 模式的思想是将要执行的问题分解成 Map（映射）和 Reduce（化简）的方式，先通过 Map 程序将数据切割成不相关的区块，分配（调度）给大量计算机处理，达到分布式运算的效果，再通过 Reduce 程序将结果汇整输出。

（4）大数据管理技术。

处理海量数据是云计算的一大优势，那么如何处理则涉及很多层面的东西，因此高效的数据处理技术也是云计算不可或缺的核心技术之一。对于云计算来说，数据管理面临巨大的挑战。云计算不仅要保证数据的存储和访问，还要能够对海量数据进行特定的检索和分析。由于云计算需要对海量的分布式数据进行处理、分析，因此，数据管理技术必须能够高效地管理大量的数据。

Google 的 BT（BigTable）数据管理技术和 Hadoop 团队开发的开源数据管理模块 HBase 是业界比较典型的大规模数据管理技术。

BT（BigTable）数据管理技术：BigTable 是非关系的数据库，是一个分布式的、持久化存储的多维度排序 Map。BigTable 建立在 GFS、Scheduler、Lock Service 和 MapReduce 之上，与传统的关系数据库不同，它把所有数据都作为对象来处理，形成一个巨大的表格，用来分布存储大规模结构化数据。Bigtable 的设计目的是可靠的处理 PB 级别的数据，并且能够部署到上千台机器上。

开源数据管理模块 HBase：HBase 是 Apache 的 Hadoop 项目的子项目，定位于分布式、面向列的开源数据库。HBase 不同于一般的关系数据库，它是一个适合于非结构化数据存储的数据库。另一个不同的是 HBase 基于列的而不是基于行的模式。作为高可靠性分布式存储系统，HBase 在性能和可伸缩方面都有比较好的表现。利用