

系统地介绍Docker容器技术，深入浅出地讲解Kubernetes
集群和项目实战案例，使读者快速掌握微服务架构部署。


Broadview[®]
www.broadview.com.cn

Linux

系统架构与运维实战

明哲 著



 中国工信出版集团

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

Linux

系统架构与运维实战

明哲 著

电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

内 容 简 介

本书第1章主要讲解Linux的基础运维,可以使读者快速了解和掌握日常运维的技巧;第2章~第7章讲解Web网站的架构模式和在大型网站架构中实现集群的高可用与负载均衡的方法,线上的项目发生故障时可以借助监控快速定位、排错和解决问题;第8章讲解NoSQL非关系型数据库,它具有更高的写入负载,可以采集数据进行大量的写入,如果数据查询具有更高的读取速度且有确定位置,则会查得更快;第9章~第13章讲解Jenkins持续化集成、Docker的安装和应用,以及使用Kubernetes容器编排工具进行容器的管理和调度。

无论你是运维人员,还是开发人员,学习本书都会有所收获。

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

Linux系统架构与运维实战/明哲著. —北京:电子工业出版社,2019.1
ISBN 978-7-121-32533-5

I. ①L… II. ①明… III. ①Linux操作系统 IV. ①TP316.85

中国版本图书馆CIP数据核字(2017)第202717号

责任编辑:黄爱萍

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:26 字数:540千字

版 次:2019年1月第1版

印 次:2019年1月第1次印刷

定 价:99.00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)88254888,88258888。

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。

本书咨询联系方式:(010)51260888-819,faq@phei.com.cn。

前 言

20 世纪 90 年代初，Linux 操作系统诞生，随着虚拟化、云计算、大数据、容器技术的出现和人工智能时代的来临，Linux 以迅雷不及掩耳之势飞速发展，占据着整个服务器行业的半壁江山，但同时也面临着巨大的挑战。当今互联网企业的需求多种多样、业务复杂且难度大，这都需要使用合理的管理模式来保证 Linux 服务器的安全、稳定和高可用性。

虚拟化一般分为硬件级虚拟化（Hardware-Level-Virtualization）和操作系统级虚拟化（OS-Level-Virtualization）。硬件级虚拟化是运行在硬件上的虚拟化技术，其管理软件是 Hypervisor 或 Virtual Machine Monitor，需要模拟一个完整的操作系统，也就是通常所说的基于 Hyper-V 的虚拟化技术，VMWare、Xen、VirtualBox、亚马逊 AWS 和阿里云用的都是这种技术。操作系统级虚拟化是运行在操作系统上的，模拟的是运行在操作系统上的多个不同的进程，并将其封装在一个密闭的容器里，也称为容器化技术。Docker 正是容器虚拟化中目前较流行的一种实现。

我们知道，销售传统的服务器或计算机主机基本上都是一锤子买卖，商家销售出去之后基本就很难再从消费者身上获得其他收入。随着云概念的出现，越来越多的商家意识到卖硬件是不可能获得长期利润的，只有服务才能持续盈利。因此，在 2010 年左右，出现了大批提供云服务的公司，大体可以归为下面几种类型。

- 基础设施即服务（Infrastructure as a Service, IaaS），通常指在云端为用户提供基础设施，如虚拟机、服务器、存储、负载均衡、网络等。亚马逊的 AWS 就是这个领域的佼佼者，在国内则以阿里云为首。
- 平台即服务（Platform as a Service, PaaS），通常指在云端为用户提供可执行环境、数据库、网站服务器、开发工具等。国外的 OpenShift、Red Hat、Cloudera Cloud Foundry、Google App Engine 都是这个领域的佼佼者，当然还有一个非常有名的公司，那就是 dotCloud。
- 软件即服务（Software as a Service, SaaS），通常指在云端为用户提供软件，如 CRM 系统、邮件系统、在线协作、在线办公等。国内的有道、麦客、Tower 都

是这个领域的产品。

一般认为以上三种类型是最基本的云服务模式，其分层结构如图 1 所示。



图 1

目前市场上 Linux 相关图书众多，但是普遍带有局限性，要么只有理论和基础知识，要么侧重于介绍软件的安装，大多偏离了企业生产场景。

本书以 RHEL/CentOS 7 为背景，从基础知识讲起，逐步深入，结合大量的实际应用案例，使读者迅速掌握 Linux 运维技术的经验和各种使用技巧，从而达到提升技术能力的效果。

轻松注册成为博文视点社区用户 (www.broadview.com.cn)，扫码直达本书页面。

- **提交勘误：**您对书中内容的修改意见可在 [提交勘误](#) 处提交，若被采纳，将获赠博文视点社区积分（在您购买电子书时，积分可用来抵扣相应金额）。
- **交流互动：**在页面下方 [读者评论](#) 处留下您的疑问或观点，与我们和其他读者一同学习交流。

页面入口：<http://www.broadview.com.cn/32533>



目 录

第 1 章 Linux 日常运维管理	1
1.1 w 命令	1
1.2 vmstat 命令	2
1.3 top 命令	3
1.4 sar 命令	7
1.5 nload 命令	9
1.6 监控 I/O 性能	9
1.7 free 命令	11
1.8 ps 命令	12
1.9 查看网络状态	15
1.10 Linux 操作系统下的网络抓包	16
1.11 Firewalld 和 Netfilter	17
1.12 Netfilter 5 表 5 链简介	18
1.13 iptables 语法	19
1.14 iptables nat 表应用	21
1.15 iptables 规则备份与恢复	26
1.16 Firewalld 的 9 个 zone	27
1.17 Firewalld 关于 zone 的操作	28
1.18 Firewalld 关于 services 的操作	29
1.19 Linux 任务计划	31
1.20 Linux 系统服务管理工具 chkconfig	33
1.21 systemd 管理服务	34
1.22 unit 和 target 简介	35
1.22.1 unit 简介	35
1.22.2 target 简介	36

1.23 Linux 系统日志	37
1.23.1 dmesg 命令	38
1.23.2 last 命令	38
1.23.3 lastb 命令	38
第 2 章 LAMP 服务架构	39
2.1 LAMP 服务架构介绍	39
2.2 MySQL 和 MariaDB 数据库简介	39
2.3 MySQL 和 MariaDB 数据库安装	40
2.3.1 MySQL 数据库安装	40
2.3.2 MariaDB 数据库安装	41
2.4 Apache 服务安装	43
2.5 PHP 源码编译安装	46
2.5.1 PHP 版本介绍	46
2.5.2 PHP 5.6 源码编译安装	46
2.5.3 PHP 7.X 源码编译安装	48
2.6 Python 源码编译安装	49
2.6.1 Python 3.6 编译安装	49
2.6.2 安装 Python 扩展 MySQL 数据库	50
2.7 Apache 结合 PHP 进行操作	52
2.8 Apache 默认虚拟主机	54
2.9 Apache 相关配置	56
2.9.1 Apache 用户认证	56
2.9.2 域名跳转机制	59
2.9.3 Apache 访问日志	60
2.9.4 静态文件不记录日期和时间	61
2.9.5 访问日志切割	62
2.9.6 静态元素过期时间	63
2.9.7 配置防盗链	64
2.9.8 访问控制 Directory	64
2.9.9 访问控制 FilesMatch	66
2.9.10 限定某个目录禁止解析 PHP	66
2.9.11 限制 user_agent	66
2.10 PHP 相关配置	67
2.11 安装 PHP 扩展模块 Redis	68

第 3 章 LNMP 服务架构	70
3.1 LNMP 服务架构简介	70
3.2 安装 MySQL 数据库	70
3.3 安装 PHP	72
3.4 Nginx 简介与安装	74
3.4.1 Nginx 简介	74
3.4.2 Nginx 安装	74
3.4.3 Nginx 测试解析 PHP	75
3.5 Nginx 相关配置	76
3.5.1 Nginx 默认虚拟主机	76
3.5.2 Nginx 用户认证	78
3.5.3 Nginx 域名跳转	80
3.5.4 Nginx 访问日志	80
3.5.5 Nginx 日志切割	81
3.5.6 静态文件不记录日期和时间	83
3.5.7 Nginx 设置防盗链	83
3.5.8 Nginx 进行访问控制	84
3.5.9 Nginx 解析 PHP 相关设置	84
3.6 Nginx 代理	85
3.7 Nginx 负载均衡	86
3.8 Nginx 配置 SSL	88
3.8.1 生成 SSL 秘钥对	88
3.8.2 Nginx 配置 SSL	89
3.9 php-fpm 配置	90
3.9.1 php-fpm 的 pool	90
3.9.2 php-fpm 慢执行日志	92
3.9.3 open_basedir	93
3.9.4 php-fpm 管理进程	94
3.10 部署 phpMyAdmin	94
3.11 安装&设置 Laravel 框架	95
3.12 安装&设置 Yii2 框架	98
3.13 安装&设置 ThinkPHP 5 框架	100
3.14 安装&设置 Django 框架	102
3.14.1 安装 Django 框架	102

3.14.2 Django runserver	102
3.14.3 运行 Hello World	105
3.15 安装&设置 Flask 框架	108
第 4 章 MySQL 数据库技术实践	110
4.1 设置和更改 root 密码	110
4.1.1 设置 MySQL 数据库环境变量	110
4.1.2 设置 MySQL 数据库密码	110
4.1.3 修改 MySQL 数据库密码	111
4.1.4 重置 MySQL 数据库密码	111
4.2 连接 MySQL 的几种方式	113
4.3 MySQL 常用命令	114
4.4 MySQL 创建用户及授权	117
4.5 MySQL 数据备份与恢复	118
4.6 MySQL 主从复制监控	119
4.7 MySQL 主从准备工作	119
4.8 设置 MySQL 主	119
4.9 设置 MySQL 从	121
4.10 测试 MySQL 主从同步	122
第 5 章 Tomcat 服务	124
5.1 Tomcat 介绍	124
5.2 安装 JDK	124
5.3 安装 Tomcat	125
5.4 设置 Tomcat 监听 80 端口	127
5.5 Tomcat 虚拟主机	127
5.5.1 设置 Tomcat 虚拟主机	127
5.5.2 部署一个 Java 项目	128
5.6 Tomcat 日志	130
第 6 章 Linux 集群架构	131
6.1 Linux 集群概述	131
6.2 Keepalived 简介	131
6.3 Keepalived 设置高可用集群	132
6.3.1 集群准备工作	132
6.3.2 设置 Keepalived 主服务器	132

6.3.3	设置 Keepalived 从服务器	134
6.3.4	区分主从 Nginx 服务	136
6.3.5	测试 Keepalived 高可用	137
6.4	负载均衡集群介绍	138
6.5	LVS 介绍	139
6.6	LVS 的调度算法	139
6.7	NAT 模式的 LVS 搭建	140
6.7.1	NAT 模式搭建准备工作	140
6.7.2	设置分发器	141
6.7.3	Real Server 安装 Nginx 服务	142
6.8	DR 模式的 LVS 搭建	143
6.8.1	DR 模式的准备工作	143
6.8.2	设置 LVS 的 DR 模式	143
6.8.3	测试 LVS 的 DR 模式	145
6.9	Keepalived+LVS	145
第 7 章	Zabbix 运维监控	149
7.1	Linux 监控平台简介	149
7.2	Zabbix 监控介绍	149
7.3	安装 Zabbix 监控	150
7.3.1	安装准备工作	150
7.3.2	ntpdate 设置时间同步	151
7.3.3	安装 Zabbix 服务器端	151
7.3.4	Web 界面安装 Zabbix	153
7.3.5	修改 Admin 管理员密码	155
7.3.6	重置 Admin 管理员密码	155
7.3.7	安装 Zabbix 客户端	155
7.4	添加监控主机	156
7.4.1	Web 界面添加 Host 主机	156
7.4.2	解决 Zabbix 页面乱码	158
7.5	使用 SMTP 发送邮件报警及定制报警	159
7.5.1	添加 Triggers 触发器	159
7.5.2	设置报警邮件发送	160
7.5.3	设置报警邮件接收	161
7.5.4	添加报警动作	163

7.5.5	设置邮件报警铃声	163
7.5.6	设置微信报警	164
7.6	Web 监控和 MySQL 监控	170
7.6.1	Web 监控	170
7.6.2	MySQL 监控	172
7.7	TCP 状态监控和 Nginx 监控	177
7.7.1	TCP 状态监控	177
7.7.2	Nginx 服务监控	178
7.8	Zabbix 主动模式	179
7.8.1	添加主动模式模板	179
7.8.2	添加主动模式主机	181
第 8 章	NoSQL 非关系型数据库	182
8.1	NoSQL 非关系型数据库简介	182
8.2	Memcached	183
8.2.1	Memcached 简介	183
8.2.2	安装 Memcached	184
8.2.3	查看 Memcached 状态	185
8.2.4	Memcache 命令行	186
8.2.5	Memcached 数据的导入和导出	188
8.2.6	PHP 连接 Memcached	189
8.2.7	Memcached 中存储 Session	190
8.3	Redis	191
8.3.1	Redis 简介	191
8.3.2	Redis 安装	191
8.3.3	Redis 持久化	192
8.3.4	Redis 数据类型	193
8.3.5	Redis 常用操作	197
8.3.6	Redis 操作键值	203
8.3.7	Redis 安全设置	206
8.3.8	Redis 慢查询日志	207
8.3.9	PHP 安装 Redis 扩展模块	208
8.3.10	Redis 存储 session	208
8.3.11	Redis 主从配置	209
8.3.12	Redis 集群简介	210

8.3.13	Redis 集群搭建与配置	211
8.3.14	Redis 集群操作	213
8.4	MongoDB	214
8.4.1	MongoDB 简介	214
8.4.2	安装 MongoDB	215
8.4.3	连接 MongoDB	216
8.4.4	MongoDB 用户管理	216
8.4.5	MongoDB 创建集合和数据管理	219
8.4.6	PHP 的 MongoDB 扩展	221
8.4.7	PHP 的 Mongo 扩展	222
8.4.8	测试 Mongo 扩展	222
8.4.9	MongoDB 副本集简介	223
8.4.10	MongoDB 副本集搭建	223
8.4.11	MongoDB 副本集测试	224
8.4.12	MongoDB 分片介绍	226
8.4.13	MongoDB 分片重要角色	227
8.4.14	MongoDB 分片搭建	228
8.4.15	MongoDB 分片测试	232
8.4.16	MongoDB 备份与恢复	233
第 9 章	Jenkins 持续化集成	236
9.1	Jenkins 介绍	236
9.2	Jenkins 安装	237
9.3	Jenkins 发布 PHP 代码	239
9.4	Jenkins 邮件设置	243
9.5	插件 Email-ext	244
9.6	管理员密码破解	245
9.7	部署 Java 项目	246
9.7.1	部署 Java 项目之创建私有仓库	246
9.7.2	部署 Java 项目之下载 Zrlog 源码	247
9.7.3	安装 Tomcat	248
9.7.4	部署 Java 项目之安装 Maven	249
9.7.5	部署 Java 项目之安装插件	250
9.7.6	部署 Java 项目之构建 Job	250
9.7.7	部署 Java 项目之手动安装 JDK	253

9.7.8 部署 Java 项目之发布 War 包	253
第 10 章 Docker 容器实践	255
10.1 Docker 简介	255
10.1.1 Docker 主要解决什么问题	255
10.1.2 Docker 的历史	255
10.1.3 Docker 是什么	256
10.2 Docker 和 KVM 对比	257
10.3 Docker 核心概念	257
10.4 安装 Docker	257
10.4.1 Mac 系统安装 Docker	258
10.4.2 Windows 系统安装 Docker	260
10.4.3 CentOS 7 系统安装 Docker	261
10.5 Docker 镜像管理	262
10.5.1 下载 Docker 镜像	262
10.5.2 设置阿里云 Docker 加速器	262
10.5.3 Docker 基本命令	263
10.6 通过容器创建镜像	265
10.7 通过模板创建镜像	267
10.7.1 通过模板导入镜像	267
10.7.2 通过镜像导出文件	267
10.7.3 通过文件恢复镜像	267
10.8 Docker 的基本管理	268
10.8.1 Docker 容器管理	268
10.8.2 Docker 仓库管理	270
10.8.3 Docker 数据管理	272
10.9 Docker 数据卷备份与恢复	273
10.9.1 Docker 数据卷备份	273
10.9.2 Docker 数据卷恢复	274
10.10 Docker 网络模式与外部访问容器	274
10.10.1 Docker 网络模式	274
10.10.2 外部访问容器	275
10.10.3 Operation Not Permitted 解决方案	275
10.11 设置桥接网络	276
10.12 DockerFile 创建镜像	278

10.12.1	DockerFile 格式	278
10.12.2	DockerFile 示例安装 Nginx	280
10.13	docker compose 部署服务与示例	281
第 11 章	搭建 Kubernetes 集群	284
11.1	Kubernetes (K8S) 简介	284
11.2	Kubernetes 基本概念	286
11.3	Kubernetes 架构和组件功能	287
11.3.1	Master 组件功能介绍	287
11.3.2	Node 组件功能介绍	287
11.3.3	三方组件 Etcd 介绍	288
11.4	Kubernetes Cluster 部署	288
11.4.1	集群环境规划	288
11.4.2	安装 Docker 服务	289
11.4.3	自签 TLS 证书	289
11.4.4	部署 Etcd 集群	291
11.4.5	Flannel 集群网络工作原理	295
11.4.6	部署 Flannel 集群网络	296
11.4.7	创建 Node 的 Kubeconfig 文件	300
11.4.8	部署 Master 节点组件	302
11.4.9	部署 Node 组件	304
11.4.10	集群部署 Nginx 服务	306
11.5	Kubectl 管理工具	309
11.5.1	Kubectl 管理工具远程连接集群	309
11.5.2	Kubectl 管理命令	311
11.5.3	Kubectl 工具管理集群应用	312
第 12 章	Kubernetes 管理维护与运用	320
12.1	YAML 配置文件管理资源	320
12.2	Pod 管理	322
12.2.1	Pod 基本管理	322
12.2.2	Pod 资源限制	325
12.2.3	Pod 调度约束	327
12.2.4	Pod 重启策略	329
12.2.5	Pod 健康检查	329
12.2.6	Pod 问题定位	332

12.3	Service	332
12.3.1	网络代理模式	332
12.3.2	服务代理	334
12.3.3	服务发现	337
12.3.4	发布服务	341
12.4	Ingress	343
12.4.1	部署 Ingress	344
12.4.2	HTTP 与 HTTPS 测试	345
12.4.3	部署 Ingress TLS	348
12.5	数据管理	351
12.5.1	emptyDir	351
12.5.2	hostPath	353
12.5.3	NFS	355
12.5.4	GlusterFS	357
12.5.5	PersistentVolume	363
第 13 章	Kubernetes 高可用架构和项目案例	371
13.1	Kubernetes Dashboard	371
13.2	部署集群应用	373
13.3	Kubernetes 高可用架构	381
13.3.1	高可用架构详解	381
13.3.2	Master 高可用部署	383
13.4	Kubernetes 集群监控	388
13.5	Kubernetes 集群日志管理与应用	395
13.5.1	日志系统方案介绍	395
13.5.2	部署 ELK Stack	397
13.5.3	部署 Filebeat 日志收集工具	401

1

第 1 章

Linux 日常运维管理

作为一名运维工程师或系统管理员，对系统不了解就不能进行问题排查，例如查看系统资源的耗费情况。对系统进行排查会用到各种各样的命令。

1.1 w命令

使用 w 命令可以监控系统的状态，运行 w 命令后会列出一些信息，代码如下，“14:51:32”表示当前时间；“up 11:17”表示系统启动 11 小时 17 分钟；“1 user”表示目前有一个用户登录，可以从第三行查看登录用户是谁，下面的代码中显示的用户是 root；FROM 表示从哪里登录，IP 地址是多少；TTY 表示登录的终端是哪一个（pts/0 表示用远程管理工具登录，在 VMware 终端窗口登录显示 tty1，有 tty1~tty6 共 6 个终端）；load average 表示系统负载，load average 后面有三个数字，分别表示 1 分钟、5 分钟和 15 分钟时间段内系统的负载值。具体来说，第一个数字表示 1 分钟内使用 CPU 的活动进程有多少个，该数值为平均值，数值可以是零点几，也可以是一百多；当前值为 0 表示系统没有负载，也就是系统中没有活动的进程，说明系统处于空闲状态，该状态对服务器来说比较浪费。数值的理想状态取决于系统的 CPU 数量（该数量针对的是逻辑 CPU，并非物理 CPU。例如，Intel、AMD 都会有几颗 CPU，每颗 CPU 又有很多逻辑 CPU），CPU 颗数可以在 /proc/cpuinfo 中进行查看（processor 表示 CPU 颗数，3 表示该 CPU 为 4 颗）。1 分钟内数字为 4 是系统的最佳状态。

```
[root@centos7 ~]# w
14:51:32 up 11:17, 1 user, load average: 0.00, 0.01, 0.05
USER      TTY      FROM          LOGIN@      IDLE        JCPU        PCPU WHAT
root      pts/1    192.168.222.1 12:11      4.00s      0.07s      0.01s w
[root@centos7 ~]# date
```



```
Sun Jan 14 14:51:33 CST 2018
[root@centos7 ~]# cat /proc/cpuinfo
processor      : 3
vendor_id    : GenuineIntel
cpu family   : 6
model        : 45
model name   : Intel(R) Xeon(R) CPU E5-2670 0 @ 2.60GHz
stepping     : 7
microcode    : 0x710
cpu MHz      : 2593.057
cache size   : 20480 KB
```

运行 `uptime` 命令后显示的信息与运行 `w` 命令后显示的第一行信息相同，操作命令如下。

```
[root@centos7 ~]# uptime
15:23:18 up 6 min, 2 users, load average: 0.06, 0.09, 0.05
```

1.2 vmstat命令

使用 `w` 命令可查看系统的负载值，当负载值大于 CPU 核数时，说明 CPU 不够用。是什么原因导致 CPU 不够用？此时进程在做什么？都有哪些任务在使用 CPU？若想进一步查看系统的瓶颈在哪里，可运行 `vmstat` 命令。使用 `vmstat` 命令可查看 CPU、内存、虚拟磁盘、交换分区、I/O 磁盘和系统进程的信息，操作命令如下。

```
[root@centos7 ~]# vmstat
procs -----memory----- --swap--  -----io----- -system--
-----cpu-----
 r b  swpd  free  buff  cache  si  so  bi  bo  in  cs us sy id wast
 1 0    0 3545704 2076 169640 0 0 41 3 70 50 0 1 99 0 0
```

在 `vmstat` 命令后加数字 1 表示每秒动态显示一次，不停地进行显示，结束需按 `Ctrl+C` 组合键，操作命令如下。

```
[root@centos7 ~]# vmstat 1
procs -----memory----- --swap--  -----io----- -system--
-----cpu-----
 r b  swpd  free  buff  cache  si  so  bi  bo  in  cs us sy id wast
 1 0    0 3545440 2076 169672 0 0 38 3 67 48 0 1 99 0 0
 0 0    0 3545440 2076 169672 0 0 0 0 141 112 0 0 100 0 0
 0 0    0 3545440 2076 169672 0 0 0 0 104 87 0 0 100 0 0
 0 0    0 3545440 2076 169672 0 0 0 0 120 100 0 0 100 0 0
```