

# DevOps 故障排除

## Linux服务器运维最佳实践

[美] Kyle Rankin 著 王东明 王飞 刘洁 译

---

DevOps Troubleshooting  
Linux Server Best Practices

---

- DevOps故障排除方面的力作，由资深系统管理员和DevOps工程师撰写
- 根据Linux系统中的常见问题，系统讲解标准化、可重复使用的DevOps故障排除技术，实用性强



# DevOps 故障排除

Linux服务器运维最佳实践

---

DevOps Troubleshooting  
Linux Server Best Practices

---

[美] Kyle Rankin 著 苗东明 王飞 刘洁 译



机械工业出版社  
China Machine Press

## 图书在版编目 (CIP) 数据

DevOps 故障排除: Linux 服务器运维最佳实践 / (美) 兰金 (Rankin, K.) 著; 王东明, 王飞, 刘洁译. —北京: 机械工业出版社, 2014.4

(Linux/Unix 技术丛书)

书名原文: DevOps Troubleshooting: Linux Server Best Practices

ISBN 978-7-111-46282-8

I. D… II. ①兰… ②王… ③王… ④刘… III. Linux 操作系统 IV. TP316.89

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2014) 第 062269 号

本书版权登记号: 图字: 01-2013-0740

Authorized translation from the English language edition, entitled DevOps Troubleshooting: Linux Server Best Practices, 9780321832047 by Rankin, Kyle, published by Pearson Education, Inc., Copyright © 2013.

All rights reserved. No part of this book may be reproduced or transmitted in any form or by any means, electronic or mechanical, including photocopying, recording or by any information storage retrieval system, without permission from Pearson Education, Inc.

Chinese simplified language edition published by Pearson Education Asia Ltd., and China Machine Press Copyright © 2014.

本书中文简体字版由 Pearson Education (培生教育出版集团) 授权机械工业出版社在中华人民共和国境内 (不包括中国台湾地区和香港、澳门特别行政区) 独家出版发行。未经出版者书面许可, 不得以任何方式抄袭、复制或节录本书中的任何部分。

本书封底贴有 Pearson Education (培生教育出版集团) 激光防伪标签, 无标签者不得销售。

## DevOps 故障排除: Linux 服务器运维最佳实践

[美] Kyle Rankin 著

出版发行: 机械工业出版社 (北京市西城区百万庄大街 22 号 邮政编码: 100037)

责任编辑: 罗词亮

印 刷: 三河市宏图印务有限公司

版 次: 2014 年 5 月第 1 版第 1 次印刷

开 本: 147mm × 210mm 1/32

印 张: 6.25

书 号: ISBN 978-7-111-46282-8

定 价: 39.00 元

凡购本书, 如有缺页、倒页、脱页, 由本社发行部调换

客服热线: (010) 88378991 88361066

投稿热线: (010) 88379604

购书热线: (010) 68326294 88379649 68995259

读者信箱: hzjsj@hzbook.com

版权所有·侵权必究

封底无防伪标均为盗版 本书法律顾问: 北京大成律师事务所 韩光 / 邹晓东

## 译者序

在日常工作中，我们经常会碰到一些运维相关的问题。当服务器出现问题时，开发人员一般都束手无策，要等运维人员解决问题才能继续工作。而运维人员在解决问题的过程中，又有可能需要开发人员的协助，但由于开发人员一般对运维技术知之甚少，不但合作效率低下，而且可能产生摩擦。

通过阅读本书，开发人员可以融入到 DevOps<sup>⊖</sup>的开发环境中，加强与运维人员的合作，从而大幅提高解决问题的速度和效率。对于系统管理员和其他运维人员来说，本书也提供了一些进阶知识，可以用来扩展知识面。无论是开发人员还是运维人员，阅读本书之后，都能掌握一致的故障排除技术，这样当服务器出现问题时，就能够顺畅地沟通，团结协作，更有效率地解决问题。

本书由浅入深，层次分明，首先介绍了贯穿本书的故障排除中要掌握的基本方法和原则，然后从服务器的启动开始讲起，再过渡到常用服务器的故障排除技术，最后还简单介绍了常见的硬件问题。书中介绍的方法与技术都相当简单、实用，操作性很强，读者既可以在碰到问题时，把本书当做工具书，查阅相关内容；也可以在闲暇时通读本书，更好地了解 Linux 服务器故障排除的种种标准方法。

---

⊖ DevOps (Development 和 Operations 的组合) 是一组过程、方法与系统的统称，用于促进开发 (应用程序 / 软件工程)、技术运营和质量保障 (QA) 部门之间的沟通、协作与整合。——译者注

DevOps 方法近年在国内慢慢开始流行，但相关中文书籍并不多，能够翻译这样一本优秀的书我深感荣幸。本书的翻译过程颇费周折，感谢编辑关敏女士，她的大力支持使本书得以顺利完成。由于译者水平有限，难免有所疏漏，敬请广大读者批评指正，共同进步。

# 前 言

DevOps 描述了开发者、质量保证人员 (QA) 以及系统管理员团结协作的一种工作环境，其中的合作比传统环境中的合作更紧密。人们已经认识到 DevOps 在软件快速部署和自动化方面的巨大价值，但是通常会忽略 DevOps 方法在解决整个团队协作处理系统故障时的作用。遗憾的是，开发者、QA 以及系统管理员三者所掌握的故障排除技术存在不小的差距，当系统出现问题时他们往往会相互责备。本书旨在缩小这类差距并引导所有的群组进行一系列标准的故障排除实践，通过这些实践他们可以作为一个团队来处理绝大多数常见的 Linux 服务器问题。

尽管本书介绍的主题都是系统管理领域老生常谈的话题，但是在 DevOps 环境中，处理网络问题、设置 Web 服务器以及诊断高负载问题时也能看到开发者和 QA 的身影，即使他们可能并没有 Linux 管理背景。本书不同于普通的系统管理问题诊断指南之处在于它的读者对象和专注点。本书假设读者可能不是 Linux 系统管理员，而是 DevOps 组织中一名有天赋的开发者或 QA 工程师，他们可能没有很多系统级的 Linux 经验。即便如此，如果你是一名系统管理员，本书也同样适合你。本书还包含了让高级系统管理员也能补充技能的故障排除技术——用一种易于理解的方法。

在一个传统的没有 DevOps 原则的企业中，故障排除和开发工作都会不正常。当出现服务器问题时，如果在会话中既有开发者也有系统管理员，可以预见他们每个人都会陷入自己的角色职责当中：系统管理员仅会查看服务器资源和日志；开发者将会等待来自团队的不可避免的责任，批

评他们那些或臃肿或 bug 丛生的代码，与此同时开发者和系统管理员都会抱怨服务器不稳定，功率不足；或者也许每个人都会调转枪口，责备 QA 人员没有在将产品部署到生产环境之前找到问题。实际问题一直都无法解决。

在 DevOps 组织中，一直强调团队合作，但故障排除时，成员仍然会陷入自己传统的职责中，即使团队中没有责备的情况出现也是如此。为什么呢？这是因为即使团队中的每个人都想协同工作，但是由于没有相同的故障排除技能和技术，每个人仍然需要等待其他人完成各自那部分的故障诊断，才能开始工作。本书的目标在于当开始进行 Linux 故障排除时，让 DevOps 团队中的每一位成员都能达成共识。如果每个人都有同样的 Linux 故障排除技术，那么 QA 团队就能在产品发布前更好地诊断问题，开发者也能更好地追踪为什么最近的代码提交让系统负载加倍，而系统管理员可以对自己的诊断更自信，这样，当出现问题时，每个人都能参与进来提供帮助。

本书根据 Linux 系统中一些常见的问题分成 10 章，并且这些章节按照层次关系排序，这样前面学到的技术（尤其是如何排除高负载问题和如何排除网络问题）对于后面章节的学习非常有帮助。虽然如此，我知道你可能不会从头到尾一章一章地阅读本书，而是只看那些与你遇到的问题相关的章节。所以，当其他章节的内容有用的时候，我会指出来。

□ **第 1 章** 在学习如何排除特定故障之前，最好学习一些能够应用于任何问题的故障排除技术，甚至是 Linux 系统之外的技术。该章会讨论一般的故障排除原则，当你尝试开始执行贯穿全书的特定故障排除步骤时，将会用到这些内容。

□ **第 2 章** 这一章介绍一个原则，它可以应用于处理最常见的问题之一：为什么服务器这么慢？如果你在 QA 团队，想要弄明白为什么最近运行的负载测试这么慢；如果你是一名开发者，正尝试找出程序是受到 I/O 限制、RAM 限制还是 CPU 限制；或者如果你是一名

系统管理员，不确定 8、9 或 13 的负载是否正常，本章将会教你解决负载问题的全部技术。

- **第 3 章** 许多不同的问题都会阻止系统正常启动。无论你是否思考过 Linux 启动过程，本章都会帮助你追踪启动问题，首先带你浏览一下 Linux 的正常启动流程，然后再讨论启动过程每一个阶段失败的情况。
- **第 4 章** 几乎所有使用过一段 Linux 操作系统的人都曾经碰到过无法写入硬盘的情况。这有可能是因为开发者开启了调试日志，无意间日志塞满了磁盘，或者你只是系统崩溃的受害者。无论是哪种情况，该章都会帮助你跟踪哪些文件夹占用了大量磁盘空间以及如何修复文件系统崩溃。
- **第 5 章** 无论你在 DevOps 组织中的角色是什么，网络诊断技能对你来说都相当有价值。有时网络问题很难追踪，因为它们经常会用奇怪的方式影响系统。这一章将会通过测试不同网络层的问题，一步步地分离并诊断网络问题。这一章也为本书后面介绍的特定网络服务故障排除奠定了基础。
- **第 6 章** DNS 是很难进行故障排除的棘手服务之一，因为虽然有很多网络服务都依赖于 DNS，但是很多用户仍然不了解它的工作原理。无论你是一个通过注册商的 GUI 网页界面获得 DNS 服务器的网页开发者，还是管理完整 BIND 实例的系统管理员，这些 DNS 故障排除技术都非常宝贵。该章将会追踪一个普通、成功的 DNS 请求，然后用更专业的技术详细讲述 DNS 故障排除，寻找 DNS 区域传输、缓存问题甚至语义错误的问题。
- **第 7 章** 邮件是互联网上最早的服务之一，直到现在它仍然是一种非常重要的沟通方式。你是否追踪过为什么自动测试邮件无法正常发送，为什么软件邮件通知被阻塞，或者为什么整个公司的邮件投递都出了问题？该章将会帮你解决诸多邮件问题，包括配置错误的转发服务器以及 DNS 相关的邮件服务器问题。该章甚至会介绍如何



通过 telnet 手动发送邮件。

- **第 8 章** 我们每天使用的很多应用程序都基于 Web。事实上，如果你是一名软件开发者，很有可能会进行网页编程，至少要编写一部分。如果你是一名系统管理员，很可能会负责至少一个 Web 服务器。Web 服务器的故障排除是一个很庞大的主题，但是该章只讨论你最有可能会碰到的当前最流行的两大 Web 服务器：Apache 和 Nginx。该章将会讨论如何拉取服务器状态，如何确定高服务器负载的原因以及其他常见的调试技术。
- **第 9 章** 就像每天使用的很多软件都是基于 Web 的一样，你使用的很多软件都会将数据存储到某种数据库中。该章与第 8 章类似，只是它的关注点是当今两大开源数据库服务器——MySQL 和 PostgreSQL 的故障排除工作。与第 8 章一样，它还讨论如何从这些数据库拉取负载指标，如何确定问题查询以及其他导致高负载的问题。
- **第 10 章** 除了对软件的关注，我们也会讨论最常见的服务器问题之一：硬件失效。硬件失效的问题通常是指硬件没有完全损害，但内存中含有段错误、硬件驱动扇区失效或者以太网卡随机丢失包。更糟糕的是，这种失效通常会导致难以追踪的软件问题。该章讨论如何进行常见的硬件失效故障排除，从损坏的内存到硬件驱动失效再到有问题的网卡。该章包含的硬件故障排除技术可以应用到任何地方——从生产环境的架式服务器到个人笔记本。

## 致谢

感谢 Debra 对本书从构思到成书这一路上所提供的大力支持。也要感谢在本书写作过程中提出反馈意见的 Trotter 和 Bill。最后感谢我曾经遇见过有问题的系统，这些有问题的系统磨练了我的故障排除技术。

感谢我的妻子 Joy，没有她的支持和帮我管理时间，本书将无法完成。我们的第一个孩子 Gideon 恰好在此时出世。同时也要将本书献给我的儿子 Gideon，到现在为止，他比任何服务器故障都好“处理”。

# 目 录

译者序

前言

第 1 章 故障排除的最佳实践	1
1.1 划分问题空间	2
1.2 协同工作时的美好沟通	3
1.2.1 电话会议	3
1.2.2 直接对话	4
1.2.3 电子邮件	5
1.2.4 实时聊天室	6
1.2.5 备用沟通方法	7
1.3 首选快速、简单的测试，而不是缓慢、复杂的测试	7
1.4 多尝试过去的解决方案	8
1.5 记录问题和解决方案	9
1.6 了解改动	11
1.7 了解系统如何工作	12
1.8 谨慎使用 Internet	13
1.9 抵制重启	14

第 2 章 服务器为什么这么慢? 耗尽了 CPU、RAM 和磁盘 I/O 资源 .....	15
2.1 系统负载 .....	16
2.2 使用 top 命令解决负载问题 .....	18
2.2.1 了解 top 命令的输出 .....	19
2.2.2 解决高用户时间的问题 .....	21
2.2.3 解决内存不足的问题 .....	22
2.2.4 解决高 I/O 等待时间问题 .....	24
2.3 问题发生后的高负载处理 .....	27
2.3.1 配置 sysstat .....	27
2.3.2 查看 CPU 统计信息 .....	28
2.3.3 查看 RAM 统计信息 .....	29
2.3.4 查看磁盘统计信息 .....	29
2.3.5 查看之前的统计信息 .....	30
第 3 章 为什么系统无法启动? 解决启动问题 .....	32
3.1 Linux 启动流程 .....	32
3.1.1 BIOS .....	33
3.1.2 GRUB 和 Linux 启动载入程序 .....	33
3.1.3 内核与初始 RAM 磁盘 .....	35
3.1.4 /sbin/init .....	35
3.2 BIOS 启动顺序 .....	42
3.3 修复 GRUB .....	43
3.3.1 没有 GRUB 提示 .....	44
3.3.2 阶段 1.5 GRUB 提示 .....	45
3.3.3 配置错误的 GRUB 提示 .....	46
3.3.4 从活动系统中修复 GRUB .....	46

3.3.5 通过恢复磁盘修复 GRUB	47
3.4 禁止启动界面	47
3.5 无法挂载根文件系统	48
3.5.1 根内核参数	48
3.5.2 根设备更改	49
3.5.3 根分区损坏或失效	52
3.6 无法挂载二级文件系统	52
<b>第 4 章 为什么磁盘无法写入？解决磁盘满或者磁盘损坏的问题</b>	<b>53</b>
4.1 磁盘满	53
4.1.1 保留区块	54
4.1.2 找到占用空间最大的目录	55
4.2 节点不足	57
4.3 文件系统只读	58
4.4 修复损坏的文件系统	58
4.5 修复软 RAID	60
<b>第 5 章 服务器宕机了？追踪网络问题的根源</b>	<b>63</b>
5.1 服务器 A 不能和服务 B 通信	64
5.1.1 客户端或者服务器问题	64
5.1.2 链路接通了吗	64
5.1.3 接口是否启用	66
5.1.4 是否连通本地网络	66
5.1.5 DNS 是否工作正常	68
5.1.6 是否可以路由到远程主机	70
5.1.7 远程端口是否开放	71
5.1.8 在本地测试远端主机	72

5.2	网络速度较慢的故障排除	74
5.2.1	DNS 的问题	74
5.2.2	通过 traceroute 查找网络缓慢的原因	75
5.2.3	使用 iftop 查看带宽使用情况	76
5.3	抓取数据包	79
5.3.1	使用 tcpdump	80
5.3.2	使用 Wireshark	83
<b>第 6 章 为什么主机名无法解析? 解决 DNS 服务器的问题</b>		<b>87</b>
6.1	DNS 客户端故障排除	88
6.1.1	未配置名称服务器或者无法访问名称服务器	89
6.1.2	丢失查询路径或者名称服务器问题	91
6.2	DNS 服务器故障排除	91
6.2.1	了解 dig 的输出	92
6.2.2	跟踪 DNS 查询	95
6.2.3	递归名称服务器的问题	97
6.2.4	什么情况下没有执行更新	101
<b>第 7 章 为什么无法收发邮件? 追踪邮件问题</b>		<b>112</b>
7.1	追踪邮件请求	113
7.2	了解邮件头信息	116
7.3	邮件发送的问题	118
7.3.1	客户端无法与外部邮件服务器通信	119
7.3.2	出站邮件服务器不允许转发	123
7.3.3	出站邮件服务器无法与目标服务器通信	124
7.4	接收邮件的问题	127
7.4.1	telnet 测试无法连接	129
7.4.2	telnet 可以连接, 但消息却被拒绝了	130

7.4.3	研究邮件日志 .....	130
<b>第 8 章</b>	<b>网站宕机了? 追踪 Web 服务器问题 .....</b>	<b>133</b>
8.1	服务器是否正在运行 .....	134
8.1.1	远程端口是否开放 .....	134
8.1.2	在本地测试远程主机 .....	135
8.2	使用命令行测试 Web 服务器 .....	137
8.2.1	使用 curl 测试 Web 服务器 .....	137
8.2.2	使用 telnet 测试 Web 服务器 .....	139
8.3	HTTP 状态码 .....	141
8.3.1	1×× 信息状态码 .....	141
8.3.2	2×× 成功状态码 .....	141
8.3.3	3×× 重定向状态码 .....	142
8.3.4	4×× 客户端错误状态码 .....	143
8.3.5	5×× 服务器错误状态码 .....	144
8.4	分析 Web 服务器的日志 .....	145
8.5	获取 Web 服务器统计数据 .....	149
8.6	解决常见的 Web 服务器问题 .....	154
8.6.1	配置问题 .....	154
8.6.2	权限问题 .....	155
8.6.3	Web 服务器性能迟缓或不可用 .....	157
<b>第 9 章</b>	<b>为什么数据库这么慢? 追踪数据库问题 .....</b>	<b>161</b>
9.1	查找数据库日志 .....	162
9.1.1	MySQL .....	162
9.1.2	PostgreSQL .....	162
9.2	数据库还在运行吗 .....	163
9.2.1	MySQL .....	164

9.2.2	PostgresSQL	165
9.3	获得数据库度量值	166
9.3.1	MySQL	166
9.3.2	PostgresSQL	168
9.4	识别查询缓慢的问题	171
9.4.1	MySQL	171
9.4.2	PostgresSQL	173
<b>第 10 章</b>	<b>这是硬件问题！诊断常见的硬件问题</b>	<b>174</b>
10.1	硬盘驱动器无法工作	175
10.2	测试内存错误	178
10.3	网卡故障	180
10.4	服务器过热	181
10.5	电源供电故障	183



## 第1章

# 故障排除的最佳实践

故障排除是一项技能，和所有的技能一样，不论是变魔术、弹吉他、烹饪或者编程，有的人生来就有天分，有的人则不然。如果你很自然地就掌握了某种技能，可能会认为别人也能轻松掌握。毕竟，如果你第一次尝试就学会了骑自行车，可能就会想当然地以为别人学会骑自行车也不需要付出多少努力。

有人天生善于排除故障，当出现故障的时候，他们会不假思索地采取行动，本能地选择方法进一步隔离故障，直到查清故障的根本原因。当你把汽车交给一个善于排除故障的汽车修理工，在你刚描述完车子的“症状”后，他就已经开始摆弄你的汽车了，因为在你描述时他已经把问题锁定在少数几个成因上，并且预判了问题的原因。做过一些测试之后，他确认了预判的正确性，开始动手修理了。另外一种情况是，当你把汽车送给一个不善于排除故障的汽车修理工，你将会收到高昂的维修账单，不断地去维修店换掉汽车的一个又一个部件。

故障排除技能任何人都可以学会，和很多技能一样，故障排除需要用到一些技术，不论是否有天赋，都可以通过训练使这些技术成为本能。你不仅想成为排除故障的高手，还希望能够成为排除故