

数十名行业专家联名推荐
深刻解读互联网核心协议

一本书读懂 TCP/IP

王元杰 杨 波 周亚宁 陈志刚 © 编著
插画师 \ 纪旻旻

幽默的漫画和大话风格的语言，带你遨游TCP/IP的世界

顾问

- 吕廷杰** 北京邮电大学教授
王映民 大唐电信科技产业集团总工程师
蒋志祥 分享通信集团董事长兼CEO
焦 刚 中国联通云数据有限公司总经理
李 易 中国移动互联网产业联盟秘书长
邹学勇 中国虚拟运营商产业联盟、宽带智库秘书长
郝 军 南京邮电大学山东校友会副会长
金继红 南京邮电大学北美校友群群主
钱学荣 南京邮电大学教授

总指导

- 李浩宇** 中国联通云数据有限公司副总经理
魏炎如 中国联通网络公司运维部副总经理

指 导

- 裴小燕** 中国联通总部技术部技术战略处经理
智爱民 中国联通学院员工发展教研中心副经理
李永太 中国联通山东省分公司网管中心总经理
徐晓军 中国联通山东省分公司网安中心总经理

 中国工信出版集团

 人民邮电出版社
POSTS & TELECOM PRESS

一本书读懂 TCP/IP

王元杰 杨 波 周亚宁 陈志刚 编著
插画师 \ 纪旻旻

人民邮电出版社
北京

图书在版编目 (C I P) 数据

一本书读懂TCP/IP / 王元杰等编著. — 北京 : 人民邮电出版社, 2016. 4
ISBN 978-7-115-41238-6

I. ①一… II. ①王… III. ①计算机网络—通信协议
IV. ①TN915.04

中国版本图书馆CIP数据核字(2015)第292653号

内 容 提 要

《一本书读懂 TCP/IP》是一本介绍互联网核心协议 TCP/IP 知识的科普性读物, 内容不仅包括 TCP/IP 的起源、组成、规则、应用、路由协议、常用命令、主流技术, 还涵盖物联网、云计算、大数据等热点技术。

本书采用大量漫画, 图文并茂, 语言风趣, 结合现实, 将复杂的原理、技术通俗化, 行文风格活泼, 让读者易于理解和接受。

本书适合从事企业信息化建设和应用的技术人员、从事多媒体通信技术、信息处理技术、通信工程技术、计算机应用技术领域的初级科研工程技术人员阅读, 也可以供中高等院校相关专业师生参考。

-
- ◆ 编 著 王元杰 杨 波 周亚宁 陈志刚
责任编辑 李 强
责任印制 彭志环
 - ◆ 人民邮电出版社出版发行 北京市丰台区成寿寺路 11 号
邮编 100164 电子邮件 315@ptpress.com.cn
网址 <http://www.ptpress.com.cn>
三河市海波印务有限公司印刷
 - ◆ 开本: 800×1000 1/16
印张: 28.75 2016 年 4 月第 1 版
字数: 447 千字 2016 年 4 月河北第 1 次印刷
-

定价: 79.00 元

读者服务热线: (010) 81055488 印装质量热线: (010) 81055316
反盗版热线: (010) 81055315

当今世界信息技术日新月异，以云计算、移动互联网、大数据、物联网为代表的新一代信息技术正在改变着我们的生活、生产和工作方式，加速了互联网与社会各领域的融合发展，“互联网+”已成信息时代不可逆转的发展潮流，然而这一切都离不开互联网的基石 TCP/IP，在相关书籍中，推荐《一本书读懂 TCP/IP》。

大唐电信科技产业集团（电信科学技术研究院）总工程师 王映民

当今世界，以信息技术为核心的新一轮科技革命正在孕育兴起，互联网让世界变成了地球村，世界因互联网而更多彩。互联网已经融入到了我们生活的方方面面，生活因互联网而更丰富。要想全面认识互联网，先了解互联网协议是必不可少的一个环节，《一本书读懂 TCP/IP》就是这样一本书，它可以带你进入互联网协议的世界，相信对你一定会有所帮助。

中国移动互联网产业联盟秘书长 李易

2015年两会期间，国务院总理李克强在政府工作报告中首次提出，“制定‘互联网+’行动计划，推动移动互联网、云计算、大数据、物联网等与现代制造业结合，促进电子商务、工业互联网和互联网金融健康发展”。《一本书读懂 TCP/IP》不仅介绍了互联网的核心协议，也涉及了移动互联网、互联网+、云计算、大数据、物联网等新兴技术，涵盖范围较广，推荐给大家。

中国联通网络公司运维部副总经理 魏炎如

我们已经进入了“互联网+”时代。越来越多的人开始关注互联网行业，越来越多的人在从事与互联网相关的行业，但大量互联网从业人员却对IP通道的技术原理知之甚少。这本书就是通过深入浅出的语言，大量的类比，通俗的故事，告诉大家IP通道的基础原理。

中国联通云数据有限公司副总经理 李浩宇

经过20余年的快速发展，互联网已成为人类社会十分重要的基础设施，对推进经济繁荣、社会发展和科技社会进步起着不可替代的作用。众所周知，TCP/IP是互联网的核心协议，是互联网创造众多奇迹的根本保证。《一本书读懂TCP/IP》为初学者提供了图文并茂、通俗易懂的技术指南，对学习TCP/IP原理、掌握相关开发技术和实际应用有着极大的帮助。

南京邮电大学管理学院电子商务系主任、教授 姚国章

人们现在可以非常容易地获得和分享世界另一端正在发生的事情，在以前，这是多么令人难以置信的事情，但是互联网改变了这一切，让很多不可思议的想法成为现实，使得地球变成了一个小村庄，而TCP/IP便是实现互联网通信的纽带，《一本书读懂TCP/IP》以通俗易懂的文字，配以形象生动的漫画，诠释了TCP/IP的前生、今世和未来。

中国联通山东省分公司网管中心书记 李永涛

桌面互联网兴起的基础是大量的个人计算机和服务器通过互通协议连接起来，移动互联网兴起的基础是通信工具手机的互联网化重构，即手机变成手持移动联网计算设备终端，无论桌面互联网还是移动互联网，TCP/IP一直是互联网的核心协议，《一本书读懂TCP/IP》图文并茂，值得一读。

中国联通山东省分公司网管中心副总经理 张立彬



编委会

EDITORIAL BOARD

顾问

- | | |
|-----|---------------------|
| 吕廷杰 | 北京邮电大学教授 |
| 王映民 | 大唐电信科技产业集团总工程师 |
| 蒋志祥 | 分享通信集团董事长兼 CEO |
| 焦刚 | 中国联通云数据有限公司总经理 |
| 李易 | 中国移动互联网产业联盟秘书长 |
| 邹学勇 | 中国虚拟运营商产业联盟、宽带智库秘书长 |
| 郝军 | 南京邮电大学山东校友会副会长 |
| 金继红 | 南京邮电大学北美校友群群主 |
| 钱学荣 | 南京邮电大学教授 |

总指导

- | | |
|-----|-----------------|
| 李浩宇 | 中国联通云数据有限公司副总经理 |
| 魏炎如 | 中国联通网络公司运维部副总经理 |

指导

- | | |
|-----|-------------------|
| 裴小燕 | 中国联通总部技术部技术战略处经理 |
| 智爱民 | 中国联通学院员工发展教研中心副经理 |
| 李永太 | 中国联通山东省分公司网管中心总经理 |
| 徐晓军 | 中国联通山东省分公司网安中心总经理 |

主 编

- 王元杰 中国联通山东省分公司
杨 波 北京灵州网络技术有限公司
周亚宁 中国联通集团公司运维部
陈志刚 中国移动通信研究院

漫 画

- 纪旻旻 插画师

委 员

- 张 贺 中国联通网络技术研究院
谢 鹰 深圳航空互联技术有限公司
周兆熊 中兴通讯重庆研发中心
王东洋 中国联通网络技术研究院
张 秋 华为技术有限公司
曹光亚 华为技术有限公司
陶 海 中兴通讯股份有限公司
郭 亮 中国信息通信研究院
孔 松 中国移动集团网络部
梁天超 阿里巴巴（中国）网络技术有限公司
杨 柳 惠普企业集团
余 翀 英特尔亚太研发有限公司
郁美芬 北京小米移动软件有限公司
曹立成 上海拉扎斯网络科技有限公司
徐 剑 富春通信股份有限公司副总裁
曾 威 南京青梦家教育投资有限公司

黄 敏 中国联通安徽省分公司
肖 瑞 中国联通北京市分公司
张龙江 中国联通济南市分公司
闫 军 中国联通济南市分公司
昃草心 中国联通济南市分公司
戚文敏 中国联通济南市分公司
王树平 中国联通泰安市分公司

在 2005 年的贺岁片《天下无贼》中，葛优葛大爷扮演的黎叔有句名言曾经红遍大江南北，风靡一时，那就是：“21 世纪什么最贵？人才！”

如果你问我，什么是人才？那我真诚地告诉你，也许多年前，精通一门专业知识便可以成为企业技术能手；而现如今是知识融合的时代，坐井观天，局限于一门技术是没有出路的，不管你是新手，还是老油条，一定要拓宽知识面，做个多面手才能适应形势，才有更大的发展空间。

如果你问我，知识融合时代是神马情况？那我专业地告诉你，知识融合时代最大的特点就是互联网融入到了金融、汽车、家居等各个行业，同时支撑互联网的数据通信又融入到了传输、交换等其他各个专业。而数据通信的基础便是 TCP/IP，可见掌握 TCP/IP 的重要性。

哲学上有三个终极问题，也是微博上拿高校门卫开涮的三句话：你是谁，你从哪里来，你要到哪里去？看似很简单的话，其实很难说的清楚，如果你能说清楚这三句话，那么你就是哲学家了。虽然哲学的问题不好回答，但是技术上的问题却可以讲清楚，本书要讲的内容就是 TCP/IP 的前生、今世与未来。如果说得详细一点的话，请看本书的目录，如果说得更详细一点的话，请看本书的正文部分。

还记得 2013 年 5 月 10 日，马云在卸任阿里巴巴集团 CEO 演讲中说道：“这是一个变化的世界，我们谁都没想到今天可以聚在这里，可以继续畅想未来，我跟大家都认为电脑够快，互联网还要快，很多人还没搞清楚什么是 PC 互联网，移动互联来了，我们还没搞清楚移动互联的时候，大数据时代又来了。”

确实，正如马云所言，这是一个变化的世界。现在请闭上双眼，想一想，二十年

前你暗恋过的美女、帅哥，二十年后变成了肥婆、啤酒肚男，你还爱吗？不仅人在变，技术也变。正所谓“长江后浪推前浪，前浪死在沙滩上”，想当年，PDH 没火几年就被 SDH 干掉了，ATM 没红几年，就被以太网干掉了，SDH 现如今也被 IP RAN 干掉了，桌面互联网最终也可能被移动互联网干掉。移动互联网时代，衍生了各种新技术，新业务，本书最后一章专门介绍了云计算、大数据、物联网等新知识、新技术。

做人要实在，在此友情提示，本书是在《漫话 IP》一书基础上改编而成的，不过就像佛语常说的看山三境界：看山是山→看山不是山→看山还是山，每次都有不同的体会，有的人读书学到了知识，有的人读书学到了人生哲理，相信你读完本书会有不同的收获。也许你会说，别扯了，你这本技术书，还能学到什么人生哲学。那我问你 TCP/IP 提供的网络有什么特点？没错，就是尽力而为，那就对了，TCP/IP 带给我们的第一个人生哲学便是尽力而为，正如王安石在《游褒禅山记》中所说“尽吾力而不至者，可以无悔矣，其孰能讥之乎”，其他从书中慢慢体会吧。

当然了，写书就要拿出自己的看家本领来，不是“老王卖瓜，自卖自夸”，以下文字属实，请各位检阅：“本书行文风格活泼，采用了大量漫画，图文并茂，语言风趣，结合现实，将复杂的相关原理、技术通俗化，让读者易于理解和接受；适合从事企业信息化建设和应用的技术人员、从事多媒体通信技术、信息处理技术、通信工程技术、计算机应用技术领域的初级科研和工程技术人员阅读，也可以供中高等院校相关专业师生参考”。

本书在编著过程中，得到了各级领导和朋友的帮助，在此感谢。

由于编者水平有限，书中难免有瑕疵，还望各位读者多多指教。

编者

2015 年 11 月

第 1 章 TCP/IP 网络起源	1
1.1 TCP/IP 的产生背景	2
1.2 TCP/IP 是什么	7
1.3 TCP/IP 与互联网	24
第 2 章 TCP/IP 网络组成	31
2.1 TCP/IP 世界的基本组成元素	32
2.2 局域网中枢——以太网交换机	34
2.3 勤奋的引路者——路由器	42
2.4 防黑防盗不防火的防火墙	47
2.5 信息大脑——主机	50
2.6 丰富的 IP 终端	64
2.7 我是猫——Modem	66
2.8 IP 世界的道路构成	67
2.9 IP 世界的管理体系构造	98
2.10 IP 世界的应用体系	101
2.11 互联网数据中心 IDC	102
第 3 章 TCP/IP 网络应用	107
3.1 WWW 与门户网站	108
3.2 文本和基础数据应用	115
3.3 奇妙的搜索	118
3.4 实时交互式应用	125

3.5	商务应用	133
3.6	P2P 应用	141

第 4 章	TCP/IP 网络机构	145
4.1	TCP/IP 经营管理者	146
4.2	TCP/IP 网络服务提供商	150
4.3	TCP/IP 网络内容提供商	153
4.4	TCP/IP 网络设备制造商	155

第 5 章	TCP/IP 网络规则	161
5.1	关键规则之一：以太网编码规则	162
5.2	关键规则之二：IPv4 地址的定义	168
5.3	关键规则之三：IP 封包规则	176
5.4	关键规则之四：地址解析协议	180
5.5	关键规则之五：IP 包的转发规则	183
5.6	关键规则之六：报文控制协议	185
5.7	关键规则之七：传输协议 TCP 与 UDP	186
5.8	关键规则之八：域名解析规则	189
5.9	关键规则之九：端口	192
5.10	关键规则之十：广播与组播	194
5.11	关键规则之十一：安全法	196
5.12	关键规则之十二：网络地址转换法	201
5.13	规则还有很多	204

第 6 章	TCP/IP 网络路由技术	207
6.1	基础网络词语	208
6.2	VLAN 概述	209
6.3	常见中继设备介绍	214

6.4	路由表	229
6.5	路由协议	235
6.6	RIP2 和 RIPng 协议	242
6.7	IS-IS 协议	242
6.8	OSPF 协议	252
6.9	BGP 协议	260

第 7 章	TCP/IP 网络构建	271
7.1	连接到 IP 世界	272
7.2	和平共处五项原则	276
7.3	IP VPN	279
7.4	流量负载均衡	288
7.5	防 DOS/DDOS 攻击和流量清洗	290
7.6	我的地盘我作主	294

第 8 章	TCP/IP 常用命令	307
8.1	Cmd 命令符	308
8.2	Ping 命令	312
8.3	Traceroute 命令	317
8.4	Netstat 命令	320
8.5	ARP 命令	321
8.6	Ipconfig	323
8.7	Route 命令	324
8.8	Flushdns 命令	326

第 9 章	TCP/IP 网络新技术	329
9.1	将 IP 技术发展下去	330
9.2	10G 以太网	331

9.3	IP 视频通信	333
9.4	NGN、IMS	340
9.5	MPLS 技术	347
9.6	CDN 内容分发技术	355
9.7	移动互联网——为内容而战	358
9.8	IPTV、OTT TV 网络电视技术	365
9.9	IPRAN 分组传送技术	370
<hr/>		
第 10 章	后 TCP/IP 时代网络前景	377
10.1	IPv6 技术	378
10.2	云计算	382
10.3	大数据	390
10.4	物联网	396
10.5	车联网	402
10.6	智能家居	406
10.7	移动支付	410
10.8	SDN 软件定义网络	414
10.9	语义网	419
10.10	三网融合	422
10.11	量子互联网	429
附录 1	戏说 IP 相关软件	433
附录 2	戏说 IP 相关硬件	439
附录 3	通信达人	443
后记	445

TCP/IP

第 1 章

TCP/IP 网络起源

有人说在西天取经的路上，孙悟空是最大的功臣，唐僧懦弱无能，只会念经。在这里我要为唐僧说几句，师徒四人西行路经 110 个国家，语言差别大，怎么沟通？其实全靠唐僧，因为唐僧是一个翻译家，精通多国语言。计算机与计算机之间要相互通信，也必须“读”懂对方的“语言”，这种语言就是网络协议。计算机必须运行相同的协议，才能相互通信，传输控制协议 / 网际协议（Transfer Control Protocol / Internet Protocol，TCP/IP）就是为此而生。

任何一门技术的出现，绝对不是偶然，而是必然，是顺应科技发展的产物，TCP/IP 也不例外。正如万丈高楼平地起，楼有多高看地基，掌握 TCP/IP 知识是学习数据通信的基础，也是通信小兵变技术大牛的必经之路。在本章，我们先来看看 TCP/IP 的起源。

1.1 TCP/IP的产生背景

TCP/IP 是伴随着互联网的发展而研发出来的，还是让我们从头说起吧。

第二次世界大战结束，苏美两国各自发展了自己的势力范围，成为世界的两极。这两极不是在好好发展经济上竞争，而是在军备上展开竞争。这两个庞大的国家机器进行着无声的对垒。这就是著名的“冷战”。

1962年，苏联向古巴运送导弹，企图在古巴建立导弹发射场，被美国U-2侦察机发现。美国总统肯尼迪下令对古巴实行军事封锁，并进行战争威胁，苏联被迫撤走导弹，危机才平息。古巴核导弹危机导致美国和原苏联之间的冷战状态随之升温，核毁灭的威胁成了人们日常生活的话题。

美国国防部（DoD）认为，如果仅有一个集中的军事指挥中心，万一这个中心被原苏联的核武器摧毁，全国的军事指挥将处于瘫痪状态，其后果将不堪设想，因此有必要设计这样一个分散的指挥系统——它由一个个分散的指挥点组成，当部分指挥点被摧毁后其他点仍能正常工作，而这些分散的点又能通过某种形式的通信网取得联系。

1969年，美国国防部高级研究计划署（ARPA）的领导利克利德提出“巨型网络”的概念，设想“每个人可以通过一个全球范围内相互连接的设施，在任何地点都可以快速获取各种数据和信息”。哇！领导就是领导，这个概念的提出无疑是今天的互联网的精辟总结！

当然，革命的实践比革命的理论更牛，这是领导始料未及的。紧接着，在利克利德的资助下，一群天才的科学家们建立了名为阿帕网（ARPAnet）的网络。

1969年9月美国军方阿帕网问世。



图 1.1 阿帕网的设计师们

在阿帕网产生运作之初，大部分计算机相互之间不兼容。在一台计算机上完成的工作，很难拿到另一台计算机上去用；想让硬件和软件都不一样的计算机联网，也有很多困难。当时美国陆军用的计算机是 DEC 系列产品，海军用的计算机是 Honeywell 中标机器，空军用的是 IBM 公司中标的计算机，每一个军种的计算机在各自的系统里都运行良好，但却有一个大弊病：不能共享资源。

当时科学家们提出这样一个理念：“所有计算机生来都是平等的。”为了让这些“生来平等”的计算机能够实现“资源共享”就得在这些系统的标准之上，建立一种大家都必须遵守的标准，这样才能让不同的计算机按照一定的规则进行“谈判”，并且在谈判之后能“握手”。这里说到的标准、规则就是我们现在所说的通信“协议”的概念。

在确定今天因特网各个计算机之间“谈判规则”过程中，最重要的人物当数温顿·瑟夫（Vinton G.Cerf）。正是他的努力，才使今天各种不同的计算机能按照协议上网互联。温顿·瑟夫也因此获得了与蒂姆·伯纳斯·李（Tim Berners-Lee）、罗伯特·卡恩