

Architecture and Design for the Future Internet

4WARD Project

未来网络架构与设计

4WARD项目

编者

【葡萄牙】Luis M. Correia

【瑞典】Henrik Abramowicz

【瑞典】Martin Johnsson

【德国】Klaus Wünnel

译者

计宏亮 安 达 郝英好 赵 楠 线珊珊



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>

未来网络架构与设计

4WARD 项目

Architecture and Design for the Future Internet

4WARD Project

编者

【葡萄牙】Luis M. Correia

【瑞典】Henrik Abramowicz

【瑞典】Martin Johnsson

【德国】Klaus Wünnstet

译者

计宏亮 安 达 郝英好 赵 楠 缘珊珊



电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京 · BEIJING

内 容 简 介

本书从技术和非技术角度对未来网络和未来互联网进行了研究, 主要介绍 4WARD (未来互联网架构与设计) 项目的一些研究成果。4WARD 是欧洲第七框架计划内的一个综合项目, 采取创新性方式方法来研究未来互联网问题。今天的网络架构压制创新, 特别是限制了应用层面的创新, 因此急需在结构上进行改变。由于目前没有哪种设备可以设计、优化和兼容新的网络, 因此必须对那种对许多应用而言并不完美、互联网自身不能支撑创新的架构进行融合。4WARD 利用移动和无线技术, 采用激进的架构方式突破了这种瓶颈。本书的主题包括: 提升能力, 设计具有兼容性且互补性的网络架构体系; 通过组网资源的电信级虚拟化实现通用平台上多个网络的共存; 通过网络自我管理增强网络的公用性; 利用多元化提高网络的鲁棒性和效能; 通过一种全新的信息中心范式来代替旧有的主机中心方法, 提高应用支撑能力。这些解决方案涵盖了整个技术领域, 包括光线骨干网到无线网和传感器网络。

Translation from the English language edition:

Architecture and Design for the Future Internet

Edited By Luis M. Correia, Henrik Abramowicz, Martin Johnsson, Klaus Wünnstel

Copyright ©Springer Science + Business Media B.V. 2011

Springer is a part of Springer Science+Business Media

All Rights Reserved

本书简体中文专有翻译出版版权由 Springer Science + Business Media 授予电子工业出版社。专有出版权受法律保护。

版权贸易合同登记号 图字: 01-2016-4621

图书在版编目 (CIP) 数据

未来网络架构与设计: 4WARD 项目/ (葡) 路易斯·M. 克里亚 (Luis M. Correia) 等编;

计宏亮等译. —北京: 电子工业出版社, 2017.3

书名原文: Architecture and Design for the Future Internet

ISBN 978-7-121-30995-3

I. ①未… II. ①路… ②计… III. ①互联网络—架构—研究②互联网络—网站—设计
IV. ①TP393.4

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2017) 第 038163 号

策划编辑: 李 洁

责任编辑: 谭丽莎

印 刷: 三河市鑫金马印装有限公司

装 订: 三河市鑫金马印装有限公司

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: 720×1 000 1/16 印张: 18.5 字数: 394 千字

版 次: 2017 年 3 月第 1 版

印 次: 2017 年 3 月第 1 次印刷

定 价: 85.00 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: lijie@phei.com.cn。

序言 / Foreword

我们直到最近才知道，计算和资源共享的发展方向即将“大逆转”，因为其重心正随着技术和服务架构的改变而改变，从而使应用程序迁移到云环境中。这种从 Web 2.0 到 Web 3.0 的转移使服务互联网达到了前所未有的范围和规模。我们现在正在进入一个由信息通信技术（ICT）驱动并基于服务互联网的新的创新发展阶段。通过所谓的“移动无线网络”，人们将越来越容易访问服务互联网。如今，无线技术的应用程序已成为欧盟经济体内经济价值的主要驱动力。这些价值据估计达到了 2500 亿欧元或 GDP 的 2%~3%，而且这些数字还在上升。未来 5 年，预计将近 70 亿用户或整个地球的人口会使用移动电话，其中绝大多数移动电话为智能手机。

这是一种前所未有的发展态势，其发展速率已经超过了电视甚至纸笔等技术。这不仅体现在普及率和使用率上，还体现在市场占有率上。我们应当预料到会有一批新的应用程序出现，并可能彻底改变我们的生活方式和工作方式。这方面的例子不胜枚举：供应链中的工商业应用程序，为移动工作者提供的移动服务，通过将重要信息交到现场急救员手中从而挽救生命的远程环境监测系统或防灾安全系统，以及卫生和教育服务。

在这个重塑的世界中，新的联盟将会形成，新的利益相关者会出现，新的互动模式会惠及商务活动，新的商业模式会激增。互联网本身将不再是将计算机和服务器简单连接的“网络之网”，而是成为将各种“事物”连接起来的互联网：数十亿人使用的通信设备、汽车、各种机器、家用电器、电表、窗户、灯等。围绕这种新型互联网，将会诞生一种由基于网络服务与应用程序构成的新经济体。

这个新型互联网蕴含着两种重要意义。首先，这个由“会思考的东西”组成的新型互联网会创造一种感知网络，让人类对我们生活的这个世界的认知实现一次飞跃。这个互联网适宜于各种新用途，如能源效率、卫生与福利服务、高效运输等。如果在这方面做得好，那么我们的生活质量和可持续性会大为改善，这不只是因为服务，不正是因为作为“早起的鸟儿”所具有的竞争优势，还因为欧洲的“开放与民主”价值观将决定着互联网的表现形式。

其次，我们必须解放单一欧洲市场的经济潜力——这种潜力现在还被禁锢在碎片化的各国市场中。尤其重要的是，我们现在必须通过刺激在高价值商品及服务方面与真实市场需求相适应的稳健而可持续的业务增长，使实体经济增强。随着不可避免的结构变化在当前的不确定时期中出现，从未来世界中寻找发展机遇显得很重要。当然，集聚在未来网络架构会议上的工业团体和研究团体是有能力塑造未来的。我们所需要

的只是克服市场碎片化的雄心，以及通过为创新型产品及服务创建单一开放市场及努力实现创新和变革使我们的实力增强的意愿。

在创造可使欧洲从新兴商机中受益的条件时，我们必须确保“未来网络”仍然是开放的。当前互联网的主要经济特性是它为新服务的创新和发展创建了一个从未如此开放的平台。我们必须确保以开放标准并最终开源软件作为我们行动的核心，从而保持这种开放特性。虽然全世界有很多公司的财务健康仍基于专有模式和“把关人”业务模式，但我们前方的世界需要的是能通过其经济基础为消费者或企业提供更大自由度的那些模式。

随着“未来网络”在我们面前展开，基础设施要求更智能、更环保。这不仅是个重大挑战，还是个大好机会，因为它将使互联网的范围延伸到新的应用领域和工业部门。的确，现在到了在已有成果的基础上超前一步的时候了。我们必须将我们的“未来网络”技术研发与社会价值高的应用领域（如卫生、城市交通、能源网或智能城市）紧密结合。这样就能够针对我们当前面临的众多社会挑战提早做出“互联网响应”。

为定义未来的互联网，目前世界上已出现了多个区域性计划。日本和韩国公布了宏大的“u-日本”和“u-韩国”计划。中国正通过雄心勃勃的综合产业政策为这个领域提供支持。在美国，“全球网络创新环境”（GENI）计划及设施正在引发关于互联网未来前景的争论。这些计划并非都把解决互联网发展问题作为其核心目标的一部分，但肯定与定义“未来网络”时显然需要考虑的技术与社会经济情境[“Ubiquity（泛在性）”软件、连接装置]有关。

从欧盟的角度来看，在这些不同计划的基础上创造条件以使与定义、测试和验证工作有关的所有参与方形成更密切的互补合作关系是一件有益的事情。多边伙伴关系的其中一个主要目标应当是出台全球标准。的确，标准是实现互操作性和开放性的一个关键因素，而互操作性和开放性是促成互联网成功的两大基本特性。事实上，不断增加的参与方多重性及不同部门的合并已导致标准制定过程变得越来越复杂。围绕知识产权组合及开放度、透明度和可访问度进行的辩论足以说明这一点。

因此，在新技术上的提早合作及国际伙伴关系是促成关键参与方在标准上达成更广泛共识并提早达成一致意见的关键，同时也是纾解后续知识产权争端的前提。

我们要注意的一个要点是由互联网创建的新经济，除掀起商业革命外，还带来了可创造巨大环境效益的独一无二的机遇——尤其是在基础设施层面上做出正确技术选择时。除减少由商业消耗的能源及材料用量及提高总体生产力外，新互联网还有望彻底改变经济增长与环境之间的关系。

在上述背景下，我很高兴能与您分享我对欧盟研发项目“4WARD”成果的满意心情。您正要阅读的这本书详述了该项目对开发“未来网络”的坚实科技基础所做出的大量独特贡献。其中关键性的贡献与新架构框架有关。移动性、多宿主性和安全性已成为新架构框架的固有组成部分，而不是附加的方案，因此可以让各种网络发展成

为一个网络间彼此协作、互为补充同时各网络各自达到其各项要求（如移动性、服务质量、安全性、恢复力、无线传输和能量意识等要求）的网络体系。另外，4WARD很好地解决了虚拟化如何让网络服务供应商有机会推出新的架构、协定和服务并共享通用实体基础设施的问题。网络管理已经与虚拟化紧密耦合。在这种情况下，4WARD通过提倡一种使管理职能嵌入装置中的方法，开辟了新的领域。4WARD还比其他网络更前进了一步，即认识到了从以节点为中心的时代向以信息为中心的时代转变所带来的模式变化。

我们要恭贺 4WARD 的合作伙伴和科研人员所做的工作。他们还完善地阐述了欧洲的承诺和创造力将如何撬动未来——这一点也可喜可贺。

Joao Schwarz da Silva 博士
欧盟委员会 DG-INFSO 前主管

前言 / Preface

当前的互联网已在商业上取得巨大成功，而且在作为学术研究网络投入使用之后便广泛普及，成为普通人日常生活中的网络。如今的互联网起源于 20 世纪 70 年代，它本质上简单，对新应用程序开放，而且是为固定网络设计的。不过，一方面互联网正不断受到基于无线电和光纤等新传输技术的挑战，另一方面的挑战则来自于日益依赖叠层网络来弥补核心互联网架构不足之处的新应用程序和新类型媒体。尤其值得一提的是，移动网络的更大成功让人们更加质疑当前的互联网，因为互联网在移动性支持、互操作性、配置和管理及（在不可靠的世界里）易受攻击性方面达到了高度复杂的状态。

4WARD 项目始于 2008 年 1 月，终止于 2010 年 6 月，其任务是研究“未来网络的架构和设计”。本项目采用了“从头开始”（革命性）的研究方法，意思是在研究中不受当前互联网的约束。但这并不意味着本项目赞成采用全新部署。相反，在关于如何将研究成果应用于当前互联网方面，我们看到本项目采用了“迁移”法。

本项目在“欧盟第七框架计划”下，从欧盟那里获得了部分资助，并由 33 个合作伙伴组成。项目中有 120 多名工作人员，为此我们不可能列出所有对本项目及其成果做出贡献的人员。但我们要感谢他们做出的有价值的贡献。除此之外，我们要感谢项目经理苏萨（Paulo de Sousa）博士给予的帮助和支持，以及与我们之间的良好合作。我们还要感谢丹尼尔·塞巴斯蒂奥 [Daniel Sebastiao，里斯本高等理工学院（IST）] 为编辑工作付出的努力。

本书描述了本项目的显著成果，不仅阐述了技术成果，还探讨了社会经济问题。

编者

免责声明 / Disclaimer

本书是 4WARD 项目成果，为此所做的研究工作得到了欧盟第七框架计划 ([FP7/2007—2013]) 的资助，协议编号：n° 216041。书中所有信息均为具体事实描述，不保证适合特例情况。因此，由用户个人自行承担使用本书信息的风险和责任。为避免造成误解，在此声明欧盟委员会对本书不承担任何责任，本书仅代表作者观点。

参与者 / Contributors

Henrik Abramowicz 瑞典爱立信研究院 (Ericsson Research, Stockholm, Sweden)

Pedro Aranda Gutiérrez 西班牙电信 (Telefonica I+D, Madrid, Spain)

Thorsten Biermann 德国帕德博恩大学 (University of Paderborn, Paderborn, Germany)

Anna Maria Biraghi 意大利电信集团 (Telecom Italia, Turin, Italy)

Roland Bless 德国卡尔斯鲁厄理工学院 (Karlsruhe Institute of Technology, Karlsruhe, Germany)

Jorge Carapinha 葡萄牙电信 (PT Inovação, Aveiro, Portugal)

Luis M. Correia 葡萄牙里斯本技术大学 (IST/IT—Technical University of Lisbon, Lisbon, Portugal)

Daniel Gillblad 瑞典计算机科学研究所 (SICS—Swedish Institute of Computer Science, Stockholm, Sweden)

Alberto Gonzalez Prieto 瑞典皇家理工学院 (KTH—Royal Institute of Technology, Stockholm, Sweden)

Martin Johnsson 瑞典爱立信研究院 (Ericsson Research, Stockholm, Sweden)

Holger Karl 德国帕德博恩大学 (University of Paderborn, Paderborn, Germany)

Denis Martin 德国卡尔斯鲁厄理工学院 (Karlsruhe Institute of Technology, Karlsruhe, Germany)

Septimiu Nechifor 罗马尼亚布拉索夫西门子公司 (Siemens, Brasov, Romania)

Susana Perez Sanchez 西班牙自动化技术研究所 (Tecnalia-Robotiker, Zamudio (Vizcaya), Spain)

Jukka Salo 芬兰诺基亚西门子网络公司 (Nokia Siemens Networks, Espoo, Finland)

Göran Schultz 芬兰爱立信研究院 (Ericsson Research, Jorvas, Finland)

Hagen Woesner 德国柏林理工大学和 EICT 公司 (Technical University of Berlin & EICT, Berlin, Germany)

Klaus Wünnel 德国阿尔卡特朗讯贝尔实验室 (Alcatel Lucent Bell Labs, Stuttgart, Germany)

Martina Zitterbart 德国卡尔斯鲁厄理工学院 (Karlsruhe Institute of Technology, Karlsruhe, Germany)

其他贡献者 / Other Contributors

Alexander Landau, Anders Eriksson, Andrei Bogdan Rus, Anghel Botos, Asanga Udugama, Avi Miron, Bengt Ahlgren, Björn Grönvall, Bogdan Tarnauca, Börje Ohlman, Carmelita Gorg, Chris Foley, Christian Dannewitz, Christian Tschudin, Christoph Werle, Daniel Horne, Daniel Sebastião, Djamal Zeglache, Dominique Dudowski, Eric Renault, Fabian Wolff, Fabrice Guillemin, Fetahi Wuhib, Gabriel Lazar, Georgeta Boanea, Gerhard Hasslinger, Giorgio Nunzi, Gorka Hernando Garcia, Ian Marsh, Jim Roberts, João Gonçalves, Jovan Golić, Jukka Mäkelä, Karl Palmskog, Kostas Pentikousis, Lars Voelker, Laurent Mathy, Leonard Pitzu, Liang Zhao, M. Ángeles Callejo Rodríguez, Mads Dam, Marco Marchisio, Marcus Brunner, Mario Kind, Matteo D'Ambrosio, Melinda Barabas, Michael Kleis, Miguel Ponce de Leon, Mohammed Achemlal, Olli Mämmelä, Ove Strandberg, Panagiotis Papadimitriou, Patrick Phelan, Rebecca Steinert, René Rembarz, Reuven Cohen, Rolf Stadler, Rui Aguiar, Sabine Randriamasy, Teemu Rautio, Thomas Monath, Thomas-Rolf Banniza, Vinicio Vercellone, Virgil Dobrota, Yasir Zaki, Zakaria Khan, Zsolt Polgar, Zsuzsanna Kiss

缩略词语表 / List of Acronyms

3G Third Generation

3GPP 第三代合作伙伴项目 (3rd Generation Partnership Project)

4G 第四代通信 (Fourth Generation)

AAA 管理、授权与认证 (Administration, Authorization, and Authentication)

ACK 知识 (Acknowledgment)

AdHC 临时社区 (Ad-Hoc Communities)

AHDR 临时灾后恢复 (Ad-Hoc Disaster Recovery)

AM 无锚移动性 (Anchorless Mobility)

AN 登录节点 (Access Node)

AODV 临时按需向量 (Ad-Hoc On-Demand Vector)

AP 登录点 (Access Point)

API 应用编程接口 (Application Programming Interface)

ARP 地址解析协议 (Address Resolution Protocol)

ARQ 自动重发请求 (Automatic Repeat Request)

AS 自主系统 (Autonomous System)

ASN 自主系统编号 (Autonomous System Number)

BE 尽力服务 (Best Effort)

BER 误码率 (Bit Error Rate)

BEREC 欧洲电子通信监管机构 (Body of European Regulators)

BFD 双向转发检测 (Bidirectional Forwarding Detection)

BGP 边界网关协议 (Border Gateway Protocol)

BIOS 基本输入输出系统 (Basic Input/Output System)

BLER 误块率 (Block Error Rate)

BO 位级对象 (Bit-level Objects)

BU 绑定更新 (Binding Update)

CA 信道分配 (Channel Assignment)

CAIDA 互联网数据分析合作协会 (Cooperative Association for Internet Data Analysis)

CAPEX 资本性支出 (Capital Expenditure)

CBA 基于组件的体系架构 (Component Based Architecture)

CBR 恒定比特率 (Constant Bit Rate)

CBSE 基于组件的软件工程 (Component Based Software Engineering)

CCFW 合作与编码框架 (Cooperation and Coding Framework)

CCN 内容中心网络 (Content Centric Networks)

CEP 连接的端点 (Connected End Points)

CF 合作/编码设施 Cooperation/Coding Facility

CFL 合作/编码设施层 (CF Layer)

CLQ 跨层 QoS (Cross-Layer QoS)

CMT 多路径并行传输 (Concurrent Multipath Transfer)

CN 通信节点 (Correspondent Node)

Co-AD 内容自适应 (Content Adaptation)

CPU 中央处理器 (Central Processing Unit)

CRC 循环冗余检查 (Cyclic Redundancy Check)

CSMA 载波监听多路访问 (Carrier Sense Multiple Access)

CSMA/CD 载波监听多路访问/冲突检测 (Carrier Sense Multiple Access/Collision Detection)

CT 隔间 (Compartment)

CTR 隔间记录 (Compartment Record)

DA 偏差广告 (Deviation Advertisement)

DBA 动态带宽分配 (Dynamic Bandwidth Allocation)

DCF 色散补偿光纤 (Dispersion Compensating Fiber)

DDOS 分布式拒绝服务 (Distributed Denial of Service)

DF 数字喷泉 (Digital Fountain)

DGE 动态增益均衡器 (Dynamic Gain Equalizers)

DHCP 动态主机配置协议 (Dynamic Host Configuration Protocol)

DHT 分布式哈希表 (Distributed Hash Table)

DIF 分布式 IP 设备 (Distributed IP Facility)

DL 下行链路 (Downlink)

DMA 动态移动锚定 (Dynamic Mobility Anchoring)

DMV2 数据多媒体语音、视频 (Data-Multimedia-Voice-Video)

DNC 确定性网络编码 (Deterministic Network Coding)

DNS 域名系统 (Domain Name System)

DONA 面向数据的网络体系架构 (Data Oriented Network Architecture)

DOS 拒绝服务 (Denial of Service)

DSL 领域特定语言 (Domain Specific Language) 或数字用户线路 (Digital Subscriber Line)

DTN 时延容忍网络 (Delay/Disruption Tolerant Network)

E2E 端到端 (End-to-End)

EC 欧盟委员会 (European Commission)

ECN 显式拥塞指示 (Explicit Congestion Notification)

EFCP 差错和流量控制协议 (Error and Flow Control Protocol)

EGP 外部网关协议 (Exterior Gateway Protocol)

EMT 医疗急救小组 (Emergency Medical Team)

EP 端点 (End Point)

EPON 以太网无源光网络 (Ethernet Passive Optical Network)

ERC 急救应急指挥 (Emergency Response Command)

ERG 欧盟监管机构 (European Regulators Group)

ETT 预期传输时间 (Expected Transmission Time)

ETX 预期传输跳数 (Expected Transmission Count)

FARA 转发指令一关联一约会体系结构 (Forward Directive, Association, and Rendezvous Architecture)

FB 功能模块 (Functional Block)

FCAPS 错误、配置、计账、性能和安全 (Fault, Configuration, Accounting, Performance, and Security)

FDP 转发决策过程 (Forwarding Decision Process)

FEC 前向纠错 (Forward Error Correction)

FER 误帧率 (Frame Error Rate)

FI 未来网络 (Future Internet)

FIA 未来网络架构 (Future Internet Architectures)

FIB 转发信息库 (Forwarding Information Base)

FIFO 先进先出原理 (First-In First-Out discipline)

FIM 数据流拦截模块 (Flow Interception Module)

FIND 未来网路设计项目 (The future Internet design)

FL 折叠链路 (Folding Link)

FI-EP 数据流端点 (Flow Endpoint)

FI-RO 数据流路由 (Flow Routing)

FN 折叠节点 (Folding Node)

FNE Forwarding NE

FO 固定网络运营商 (Fixed Operator)

ForCES 转发件与控制件分离 (Forwarding/Control Element Separation)

FP7 第七框架计划 (Framework Programme 7)

FPNE Flow Processing NE

FQ 公平排队 (Fair Queuing)

FRR 快速重路由 (Fast Reroute)

FSA 数据流状态公告 (Flow State Advertisement)

FTP 文件传输协议 (File Transfer Protocol)

FTTH 光纤入户 (Fiber to the Home)

GAP 通用汇聚协议 (Generic Aggregation Protocol)

GEF 图形编辑框架 (Graphical Editing Framework)

GENI 全球网络创新环境 (Global Environment for Network Innovation)

GF 伽罗华域、有限域 (Galois Field)

GGAP 闲聊-通用聚合协议 (Gossip-Generic Aggregation Protocol)

GMOPR Grid MOPR

GMP 全球管理点 (Global Management Point)

GMPLS 通用多协议标签交换 (Generalized Multi-Protocol Label Switching)

GMPR 通用路径主记录 (Generic Path Master Record)

GP 通用路径 (Generic Path)

GPMR 通用路径管理记录 (Generic Path Management Record)

GPRS 通用分组无线服务 (General Packet Radio Service)

GPS 全球定位系统 (Global Positioning System)

GRDF 通用资源描述框架 (Generic Resource Description Framework)

GRX GPRS 漫游交换 (GPRS Roaming Exchange)

GRX GSM 漫游交换 (GSM Roaming Exchange)

GSM 全球移动通信系统 (Global System for Mobile Communications)

GSMA 全球移动通信系统协会 (GSM Association)

GS-Node 治理层节点 (Governance Stratum Node)

GUI 图形用户界面 (Graphical User Interface)

HA 本地代理 (Home Agent)

HEN 异构试验网络 (Heterogeneous Experimental Network)

HIP 主机标志协议 (Host Identity Protocol) Host Identity Protocol

HTTP 超级文本传输协议 (Hypertext Transfer Protocol)

iAWARE 扰感知路由度量 (Interference Aware routing metric)

ICANN 互联网名称与数字地址分配机构 (Internet Corporation for Assigned Names and Numbers)

ICN 信息中心网络 (Information-Centric Network)

ICVNet 互联虚拟网络 (Interconnecting Virtual Network)

ID 标识符 (Identifier)

IDR 域间路由 (Inter Domain Routing)

IETF 互联网工程任务组 (Internet Engineering Task Force)

IGP 内部网关协议 (Interior Gateway Protocol)

ILA 干扰负载感知路由度量 (Interference-Load Aware routing metric)

ILC 层间通信 (Inter Layer Communication)

ILR 层间路由 (Inter Layer Routing)

ILS 信息查询服务 (Information Lookup Service)

INI 信息网络接口 (Information Network Interface)

INM 网内管理 (In-Network Management)

InP 基础设施供应商 (Infrastructure Provider)

IO 信息对象 (Information Object)

IOLS 信息对象查询服务 (Information Object Lookup Service)

IP 互联网协议 (Internet Protocol)

IPC 进程间通信 (Inter-Process Communication)

IPTV 网络电视 (Internet Protocol Television)

IPv6 互联网协议第 6 版 (Internet Protocol version 6)

IPX IP 数据包交换 (IP packet eXchange)

ISP 互联网服务供应商 (Internet Service Provider)

IT 信息技术 (Information Technologies)

ITU 国际电联 (International Telecommunication Union)

IXP 互联网交换点 (Internet Exchange Point)

JSIM JavaSim 卡 (JavaSim)

KS-Node 知识层节点 (Knowledge Stratum Node)

LAN 局域网 (Local Area Network)

LLC 迟定位器建设 (Late Locator Construction)

LLID 逻辑链路 ID (Logical Link ID)

LQO 链路质量排序 (Link Quality Ordering)

LQODV 基于链路质量排序的举例矢量 (Link Quality Ordering-based Distance Vector)

LSA 链路状态公告 (Link State Advertisement)

LSP 标签交换路径 (Label Switched Path)

LSR 标签交换路由器 (Label Switch Router)

LT 卢比变换 (Luby Transform)

LTE 长期演进 (Long Term Evolution)

MAC 介质访问控制 (Media Access Control)

MANET 移动自组网络 (Mobile Ad Hoc Network)

MAP 无线接入点 (Mesh Access Point)

MBMS 多媒体广播多播业务 (Multimedia Broadcast/Multicast Service)

MC 管理能力 (Management Capabilities)

MDHT 多分布式哈希表 (Multiple Distributed Hash Table)

MED 多出口区分 (Multi-Exit Discriminator)

MEE-GP 多宿主端到端通用路径 (Multihomed End-to-End GP)

MEEM 多宿主端到端移动性 (Multihomed End-to-End Mobility)

MIC 干扰和信道切换路由度量 (Metric of Interference and Channel-switching)

MIH 媒体独立切换 (Media Independent Handover)

MILP 混合整数线性规划 (Mixed Integer Linear Program)

MIP 移动 IP (Mobile IP)

MMS 多媒体信息系统 (Multimedia Messaging System)

MN 移动节点 (Mobile Node)

MNE 调节性网络实体 (Mediating NE)

Mo-AH 移动性锚点 (Mobility Anchor)

MOPR 都目标多路径路由 (Multi-Objective MPR)

MP 调节点 (Mediation Point)

MP2MP 多点对多点 (Multipoint-To-Multi-Point)

MP2P 多点对点 (Multipoint-To-Point)

MP-BGP 多协议 BGP (Multi-Protocol BGP)

MPC 多方计算 (Multi-Party Computation)

MPLS 多协议标签交换 (Multiprotocol Label Switching)

MPR 多径路由 (Multi-Path Routing)

MPR-CT 多径路由隔间 (MPR Compartment)

MPR-GP 多径路由通用路径 (MPR GP)

MPR-ME 多径路由主实体 (MPR Master Entity)

MR 主记录 (Master Record)

MS-Node 机器层节点 (Machine Stratum Node)

MTU 最大传送单元 (Maximum Transfer Unit)

NACK 负面确认 (Negative Acknowledgment)

NAT 网络地址转换 (Network Address Translation)

NATO! 不是毕其功于一役 (Not all at once)

NC 网络编码 (Network Coding)

NDL 网络描述语言 (Network Description Language)

NE 网络实体 (Networking Entity)

NED 网络描述语言 (NEtwork Description language)

NetInf 信息网络 (Network of Information)

NGN 新一代网络 (New Generation Network)

NHLFE 下一跳标签转发项 (Next Hop Label Forwarding Entry)

Ni-IO 信息网络信息对象 (NetInf Information Object)

Ni-MG 信息网络管理员 (NetInfo Manager)

NIN 信息网络节点 (NetInf node)

NLRI 网络层可达信息 (Network Layer Reachable Information)

Node CT 节点隔间 (Node Compartment)

NR 名称解析 (Name Resolution)

NRS 名称解析服务 (Name Resolution Service)

NSF 美国国家科学基金会 (National Science Foundation)

NSIS 下一步信号 (Next Steps in Signalling)

NSLP NSIS 信号层协议 (NSIS Signalling Layer Protocol)

NTP 网络时间协议 (Network Time Protocol)

NW 网络 (Network)

OADM 光分插复用器 (Optical Add Drop Multiplexers)

OCS 光电路交换 (Optical Circuit Switching)

OD 起讫点 (Origin Destination)

OFDM 正交频分复用技术 (Orthogonal Frequency Division Multiplex)

OLA 光线路放大器 (Optical Line Amplifiers)

OLT 光线路终端 (Optical Line Terminal)

OM 观测模块 (Observation Module)

ONU 光网络单元 (Optical Network Unit)

OPEX 运营费用 (Operational Expenditure)

OS 操作系统 (Operating System)

OSGi 开放服务网关协议 (Open Services Gateway initiative)

OSI-SM 开放系统互联—系统管理 (Open Systems Interconnection—System Management)

OSPF 开放最短路由优先协议 (Open Shortest Path First)

OSPF-TE 开放最短路由优先协议——流量工程扩展 (Open Shortest Path First—Traffic Engineering Extensions)

OSS 开源软件 (Open-Source Software)

OTN 光传输网络 (Optical Transport Network)

OWL 网络本体语言 (Web Ontology Language)

OXC 光交叉连接 (Optical Cross-Connect)

P2MP 点对多点 (Point-to-Multipoint)