

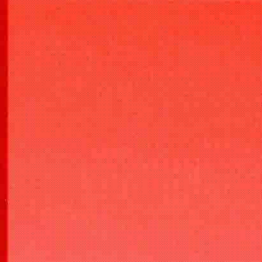
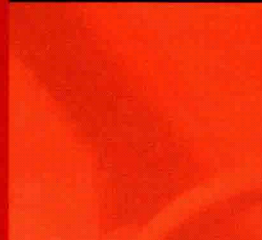
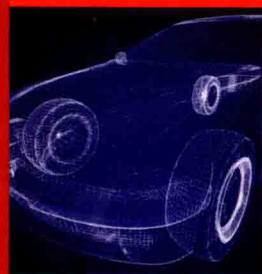


中国汽车工程学会智能网联汽车知识库

CAMBRIDGE



汽车先进技术译丛
智能网联汽车系列



汽车以太网

Automotive Ethernet
(原书第2版)

[德] 克尔斯滕·马特乌斯 (Kirsten Matheus) 著
托马斯·柯尼希斯埃德 (Thomas Königseder) 著
中国信息通信研究院泰尔终端实验室 组译
李巍 周轩羽 译

机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

汽车先进技术译丛
智能网联汽车系列

汽车以太网

(原书第2版)

Automotive Ethernet

[德] 克尔斯滕·马特乌斯 (Kirsten Matheus) 著
托马斯·柯尼希斯埃德 (Thomas Königseder)
中国信息通信研究院泰尔终端实验室 组译
李 巍 周轩羽 译



机械工业出版社

本书详细讲述了汽车以太网简史、汽车以太网物理传输、汽车以太网协议、以太网与汽车系统的发展以及展望。本书由 OPEN 联盟首任主席、宝马以太网项目总监克斯滕·马特乌斯博士与宝马电磁兼容团队总监托马斯·柯尼希斯埃德博士合著，书中也对宝马在汽车上引入以太网技术过程中的诸多考量和诸因素折中进行了详尽描述，对开发人员有很大的帮助和启发。本书适合汽车电子技术人员以及车联网技术人员阅读使用。

作译者简介



本书两位作者与两位译者在伦敦参加 2018 IEEE Standards Association Ethernet & IP @ Automotive Technology Day 期间的合影

左二：克尔斯滕·马特乌斯（Kirsten Matheus）博士，本书第一作者。宝马公司车载以太网项目负责人，OPEN 联盟首任主席。曾供职于大众汽车、恩智浦和爱立信。

左一：托马斯·柯尼希斯埃德（Thomas Königseder）博士，本书第二作者。曾供职宝马公司达 18 年之久，本书英文版出版时任宝马公司 EMC 部门负责人。他是首位在汽车上应用以太网的技术专家。目前在 Technica Engineering GmbH 担任 CTO。

右二：本书译者李巍女士。中国信息通信研究院泰尔终端实验室汽车以太网团队负责人，英国政府志奋领学者，中国智能网联汽车产业联盟（CAICV）的“新型车载高速网络工作组（NIVN）”组长，目前主要从事汽车以太网标准化及测试认证研究。

右一：本书译者周轩羽女士。自英国帝国理工学院学成归国后，在中国信息通信研究院泰尔终端实验室从事汽车以太网和数据通信相关测试、研究和标准制定工作。中国留学人员回国创业启动支持计划创新支持子项目——智能网联汽车用新型以太网总线测试技术研发申请人。

第 2 版前言

2011 年 9 月，汽车以太网仍处于极其初始的阶段。广为人知的是，宝马公司在当时是唯一对汽车以太网真正感兴趣的汽车制造商。至 2011 年，宝马公司在量产车型中将 100BASE-TX 接口用于诊断和刷写更新已有 3 年时间，并决定到 2013 年在量产中将现在的 100BASE-T1 用于新的环视系统。

2011 年 9 月，强烈的怀疑情绪仍处于上风。一个主要的顾虑是在恶劣的汽车电磁环境中在一对非屏蔽双绞线（UTP）上发送 100Mbit/s 以太网包是不可能的。另一个顾虑就是生态系统的缺失。在当时，仅有一个收发器技术供应商，即博通公司（Broadcom），且在汽车工业中没有任何前期经验，也缺乏书面和非书面的技术要求。除此之外，宝马也仅仅是刚刚开始接触相应的测试机构、工具制造商、软件设计公司等配套产业。

从外部来看，2011 年 9 月是一个不确定的时间点，然而对于局内人，此时汽车以太网成功的基础正在形成，正确的架构已经就位。在产业界，我们确定了 OPEN 联盟框架。恩智浦公司（NXP）也在抓紧时间评估抓住成为第二家收发器供应商的机会，宝马也正在筹备第一届“Ethernet&IP@ Automotive Technology Day”（以太网 &IP@ 汽车技术日）研讨会，以汇聚产业界。与此同时，还进行了启动下一代标准项目（1000BASE-T1）的初次讨论。

当时我（Kirsten Matheus）的众多工作之一就是关注更多的汽车以太网芯片供应商。在 2011 年 9 月，这些芯片供应商一方面与他们的竞争对手之一的博通协商许可协议，而当时市场前景尚不明朗。在一次讨论中，执行经理基于如下的经验向我详细解释了为什么这是不可能实现的。

过去他曾供职于另一家半导体公司，这家公司被它的一个强大的客户宣布为专有以太网版本（正如 2011 年 9 月的 100BASE-T1 的专有性，当时它仍被称为 BroadR-Reach 且尚未在 OPEN 联盟或被 IEEE 正式发布）的第二家供应商。他们的这个客户拥有比宝马大得多的出货量，该客户甚至能在互操作性和其他技术问题上提供技术支持，执行经理认为宝马尚不能提供如此的技术支持。最终他们还是投资开发了各自的以太网物理层（PHY）产品。

然而，那之后不久，IEEE 针对同样的用例发布了以太网规范。IEEE 版本被视为技术落后的，但相对于该执行经理所在公司投资的专有技术，它具有一个技术优势，即可以后向兼容之前设计的 IEEE 以太网技术。IEEE 技术开始流行起来，而他们投资的解决方案未获得任何推动，他们也将不再投资非公共标准的技术。OPEN 联盟作为一个保证许可和技术问题的透明性组织，其前景将无异于前面的

例子。

直到五年后的今天，即2016年，我们知道如果一家芯片公司在2011年投资了100BASE-T1/BroadR-Reach，今天它将具有非常好的商业前景——不仅因为技术显现出的优势，也因为该公司更早地启动了市场。执行经理的有关公共标准的必然性的说法完全错了吗？我不知道。

与此同时发生了很多事。基于BroadRReach/100BASE-T1的经验，宝马想要的是变得可行：运行时使用100BASE-TX PHY在非屏蔽线缆上传输100Mbit/s以太网。这一解决方案基于公共的IEEE标准，有时被称为汽车的快速以太网（Fast Ethernet for Automotive, FEFA）。对于宝马，这来得太晚了，但那时大多数其他的汽车制造商对此尚未作出任何决定。有一段时间，也尚不确定是“专有的”（但已授权）BroadR-Reach将获得市场上的成功，还是被调整了的“公共”100BASE-TX会成功。

好吧，今天我们都知道的是：BroadR-Reach做到了。但同时，它也成为公共标准，即IEEE 802.3bw或100BASE-T1。就在交付本书第1版的手稿后3个星期，在IEEE 802.3工作组成功通过了一个立项提案（Call for Interest, CFI）。在2015年10月，IEEE将BroadR-Reach兼容的规范发布为IEEE 802.3标准之一。或许BroadR-Reach即便没有IEEE的加持也会成功。谁知道呢！事实是，IEEE标准化使其更轻松，它消除了讨论中关于技术所有性的话题。

这也是我们编写本书第2版的主要动力。现已可公开获取的100BASE-T1和BroadR-Reach规范使得我们可以提供更加详加的描述。读者也将因此发现物理层（PHY）技术相关的章节得到了极大的扩展，包括了100BASE-T1和业已完成标准化的1000BASE-T1技术。100BASE-T1技术的描述中包括实现和使用该技术时的经验，1000BASE-T1的描述包括开发一个技术背后所使用的鲜为人知的方法——对未来的开发项目来说某些新的或有用的内容。

另外，在PHY那一章里现单独设立了供电的部分。关于唤醒（wake-up）和数据线供电（Power over Dataline, PoDL）的规范业已同时发布，也被包括进来。另外，供电会对电磁兼容（EMC）特性产生影响，书中也描述了它是如何对汽车以太网产生影响的。在协议层，时间敏感网络（Time-Sensitive Networking, TSN）有了新进展，在有关协议一章里包括了对此的讨论。除此之外，安全部分的内容得到了显著扩展。最后，但也是至关重要的，我们用最新的进展和观点更新了所有章节。

正如第1版时，如果没有那些逐步将汽车以太网变成现实的同事们的支持，这一版本也是不可能完成的。对于本次的再版，我们将特别向这些额外的人员致谢（以字母顺序）：

卡尔·百威，宝马，他有幸（或不幸）恰好在校对PHY的部分时开始在宝马工作。

托马斯·霍根穆勒，博世（BOSCH），他并未直接参与本书，但他敢于并成功地推动了 BroadR - Reach 在 IEEE 的标准化，如果没有他，编写第 2 版的主要理由也就不存在了。

托马斯·林德纳，宝马，他剖析了 BroadR - Reach/100BASE - T1 技术并对 100BASE - T1 的描述提出了重要的见解——读者将从他的审核中获益良多。

布雷特·麦克莱伦，Marvell，他解答了诸多有关 1000BASE - T1 规范的问题并帮助我们理解该技术。

穆罕默德·塔泽贝，Broadcom，他是 BroadR - Reach/100BASE T1 和 1000BASE - T1 的关键设计者，不仅提供了汽车以太网得以实现的基础，且解答了我们的诸多问题。

迈克尔·泽伊汉撒克，伊莱比特公司（Elektrobit），他的见解有助于说明安全性部分。

赫尔吉·津纳，大陆公司（Continental），他坚持不懈地反向阅读了本书。如果没有他，本书不可能变得那么连贯和准确。

最后，且重要的是，我们将感谢宝马公司对我们在本书上所做工作的支持并给我们提供了有所作为的机会。

第 1 版前言

2013 年 11 月 11 号，本书作者克斯滕·马特乌斯在一次 IEEE 802 的全会上参加发明以太网 40 周年的庆祝活动。在这次活动上，罗伯特·梅特卡夫 (Robert Metcalfe)、大卫·博格斯 (David Boggs)、罗纳德·奎恩 (Ronald Crane) 和吉奥夫·汤普森 (Geoff Thompson) 被誉为以太网的先驱。如果一定要我提名一位人物，如果没有他汽车以太网就不会发生，那我将提名宝马的技术专家即本书的合著者托马斯·柯尼希斯埃德 (Thomas Königseder) 和博通 (Broadcom) 的 EMC 专家乃文·帕斯卡尔 (Neven Pischl)。

这一切都开始于 2004 年。当时托马斯接到了需加速宝马汽车的软件刷写过程的任务。在当时如果用 CAN 接口，即便是在 2008 年刷写 1GB 的数据也需要 16h 才能完成。谨慎的评估之后，托马斯选择并发起使用标准的 100Base-TX 以太网来解决这个问题。因此，在 2008 年，第一个带有以太网接口的系列车型即 BMW 7 系面世了。

这才仅仅是开始。问题出在标准的 100Base-TX 以太网的 EMC 特性并非良好。只有当汽车停在车库里这一技术才能在某些特定场景下使用具有成本优势的非屏蔽 (UTP) 电缆。要想在汽车运行时间里也使用 100Base-TX，不得不要求屏蔽电缆，而这样的造价就太贵了。

尽管如此，托马斯依然对基于以太网的通信效率很着迷并开始调研在非屏蔽线缆上使用 100Base-TX 的方法。他发现了问题所在但却无法解决它。2007 年，他联系了多个知名的以太网半导体供应商希望共同探讨解决方案。最终只有博通做出了积极的回应，来自两家公司的工程师开始评估宝马 100Base-TX 以太网的 EMC 测试结果。随后，在 2008 年 1 月，博通工程师 乃文·帕斯卡尔使用了博通最初为“最初 1 英里”以太网开发的 100Mbit/s 以太网 PHY 技术的一个变体技术并将它适配到汽车应用，并让宝马的工程师在用此技术优化的板卡上进行 EMC 测试。一个汽车制造商曾用此技术做的最初的测试结果远远低于限值曲线，甚至取得了比现有的 FlexRay 技术都要好的 EMC 性能结果。

这时汽车以太网诞生了。如果这个技术不是生逢其时，如果无法证明在严酷的汽车 EMC 环境中 100Mbit/s 可以在非屏蔽线缆上传输，那些在该领域内现有的、补充的、未来的甚至是那些有用的开发都将不复存在。宝马非常倾向于使用 150Mbit/s 的面向媒体的系统传输技术 (MOST)，并联合工业界的其他同仁正在开发下一速率等级的 MOST 技术。

显然，从 2008 年找到解决方案到 2013 年首次将 UTP 以太网引入宝马 X5 的系

列车型，再到在工业界建立汽车以太网规范，曾经是并也将继续是一个漫长的过程。因此，托马斯和我将感谢宝马内外所有那些使得这一切得以发生，并在今天依然热情地投入到汽车以太网领域的人们，特别要感谢飞思卡尔公司的斯蒂芬·辛格（Stefan Singer），在百忙之中促成了宝马和博通之间的第一次联系。在车载网内使用以太网是一次革命，能够参与到这个创造过程是一种无与伦比的体验。

这本书将更加详细地阐述汽车以太网的历史以及在技术上是如何实现的。我们将感谢所有那些在本书编写过程中就给我们提供解决方案和反馈的人。首先，我想感谢戴姆勒公司的蒂洛·施特赖歇特，他把审阅全书作为己任并替读者解决了那些作者由于在某些部分投入了太多关注而忽略掉的部分。我还想感谢（以字母顺序）Christoph Arndt（FH Deggendorf），Jürgen Bos（爱立信，EPO），Karl Budweiser（TU München），Steve Carlson（HSPdesign），Bob Grow（RMG Consulting），Mickael Guilcher（宝马），Robert von Häfen（宝马），Florian Hartwich（博世），Thomas Hogenmüller（博世），Michael Johas Teener（Broadcom），Michael Kaindl（宝马），Oliver Kalweit（宝马），Ramona Kerscher（FH Deggendorf），Matthias Kessler（ESR Labs），Max Kicherer（宝马），Yong Kim（Broadcom），Rick Kreifeld（Harman），Thomas Lindenkreuz（BOSCH），Thomas Lindner（宝马），Stefan Schneele（EADS），Mehmet Tazebay（Broadcom），Lars Völker（宝马），Ludwig Winkel（西门子）和 Helge Zinner（大陆）。

最后，我们将感谢宝马对本书的支持。

译者序

想要深入理解一项新技术，这项技术的发明者和推动者写的书无疑是最好的切入点。本书正是这样一本书，先抛开本书对汽车以太网的来龙去脉、前因后果做出深入的剖析不谈，单纯从对技术本身的介绍来看，本书也是一本上乘的佳作。译者几年来也都在做汽车以太网技术的研究工作，在参加 IEEE SA 会议和汽车以太网联盟（OPEN）的会议中有幸和宝马公司的两位作者有所接触。书的第一位作者是一位美丽睿智的女士，也是汽车以太网联盟（OPEN）的第一任主席，可以说她是汽车以太网技术最主要的推动者。在 IEEE SA 举办的“Ethernet&IP@ Automotive Technology Day”（汽车以太网及 IP 技术日）现场，可以感受到她强大的气场。书的第二作者和第一作者是宝马公司的同事，也可以说是汽车以太网技术的始作俑者。在翻译这本书的过程中，译者总是会时不时地就某些章节一读再读，并被书中的洞见所启发。

从第一版序言中我们了解到，第二作者对汽车以太网的研究始于 2004 年，距今已有 14 个年头。译者之前从事数据通信的技术和标准化研究工作，是从 2015 年开始关注汽车以太网，那时已是汽车以太网技术的第十一个年头，届时 IEEE 刚发布了百兆速率的汽车以太网规范 IEEE 802.3bw（即 100BASE-T1），随后在 2016 年 IEEE 又相继发布了千兆速率的汽车以太网规范 IEEE 802.3bp（即 100BASE-T1）和在汽车以太网线上同时传输供电的 PoDL 标准 IEEE 802.3bu，在 2017 年初又发布了在塑料光纤上承载千兆速率汽车以太网的规范 IEEE 802.3bv。IEEE 作为众多大家耳熟能详且深具影响力的技术规范的发源地，如 IEEE802.3 以太网系列规范，IEEE 802.11 无线局域网系列技术规范（即 WLAN 或 wifi）、IEEE 802.16 宽带无线接入系列技术规范（即 WiMAX），IEEE 的技术标准可以影响国际电信联盟 ITU-T 和国际标准化组织 ISO 的某些标准的制定，同时也会对相关产业产生深刻的影响和推动作用。因此，译者认为，IEEE 对汽车以太网的标准化在其发展过程中具有里程碑的意义。

如作者在书中所介绍的，从 2004 年开始，到 2013 年宝马第一辆搭载汽车以太网的 BMW X5 系列车型量产，已然经历了近 10 年的发展历程。在译者翻译本书的过程中，汽车以太网在中国则快速地从方兴未艾的状态进入到了一种设计的常态，国内很多知名或者新兴的汽车制造商都在关注汽车以太网并对其进行立项，甚至已经开始有搭载汽车以太网的量产车型上市，这样的速度和发展路径和国外也形成了某种对比，体现了中国式发展特色和速度。从 2013 年开始，IEEE SA 每年举办的汽车以太网及 IP 技术日活动，是汽车以太网领域相互交流的重要活动，从历届的演讲主题也可以了解到汽车以太网技术的发展现状和未来的关注点。译者第一次参

加 IEEE SA 的会议是在 2016 年，那时中国内地的参会人员少之又少，到 2018 年已经有更多的国内供应商和主机厂参会，从某种程度上也表明国内行业界对汽车以太网关注度的升温。

从技术创新到应用创新从而再到技术创新是一条被证明是可行的创新路径。近年来，智能网联汽车在中国从政、产、学、研各方面都得到了广泛而高度的关注和投入。虽然我国在技术方面和国外还有相当的差距，但随着中国产业界坚持不懈的努力，相信我们会不断地给行业带来技术和应用模式的突破。当汽车智能化、网联化、电动化对车内联网技术产出新的需求之时，以太网和汽车的结合也可以说是某种产业发展需求的必然结果。为了更好地迎合这样的需求，促进汽车以太网在国内的应用，并在此过程中汇聚国内产业界以提升国内汽车以太网的技术创新和标准化水平，作为国内在智能网联汽车方面深具影响力的行业联盟机构——中国智能网联汽车产业联盟（CAICV），具有高度的技术前瞻性，希望能够在联盟内发起成立一个新的工作组，以期在国内给产业界提供一个技术创新、交流、标准化和应用落地的平台，届时，中国信息通信研究院作为 CAICV 的副理事长成员单位，联合其他三家 CAICV 的理事成员单位吉利汽车研究院（宁波）有限公司、上海蔚来汽车有限公司、惠州市德赛西威汽车电子股份有限公司在 CAICV 发起成立“新型车载高速网络工作组（NIVN）”，随后 CAICV 在 2018 年 10 月 22 号正式宣布该 NIVN 工作组成立，同期发布了工作组的工作规划。NIVN 工作组成立不到一个月，已有 30 余家联盟内外的企事业单位报名参加该工作组，也体现了国内产业界对新型车内高速网络的高度关注。希望以 NIVN 工作组为平台和契机，可以焕发出国内产业界在此领域的技术和标准化的创新活力。

历史从来不会重复，但它总是押韵的。仅是了解一项技术本身固然是一种视角，而如果把它放到技术演进的历史环境中进行观察，从而能获得对一个技术从发生到发展的过程的俯瞰全视角，相信我们定可以超越技术的本身，看向更遥远的地方。本书就提供了这样的视角，希望透过本书，我们可以更好地把握车内网络技术的发展趋势。

本书虽然对汽车以太网的各个方面给出了全面和系统的介绍，但对 TCP/IP 协议部分并没有充分展开，仅是一笔带过。有关 TCP/IP 的书籍已出版很多，感兴趣的读者可以自行延伸阅读。特别值得一提的是，本书各章所附的参考文献是非常难得的第一手研究资料和延伸学习资料，读者可以按需把这本书“读厚”。

汽车以太网是一个“跨界”的技术，掌握好它需要具备汽车、通信、电子等多方面的知识积累，因此译者尚在不倦的学习当中。鉴于此，翻译过程中难免有理解不当、思虑不周、甚至是有概念盲区之处，还请读者见谅并不吝指出，日后有机会定会补救、改进。

最后，感谢机械工业出版社的孙鹏编辑及其团队，是他们持续不断地努力和推动，得以让这本书能尽快地与国内的读者见面。

编辑的话

本书由剑桥大学出版社2017年出版的《Automotive Ethernet》第2版译出。本书的两位作者都是汽车以太网领域内做出开创性工作的行业专家。本书第一作者是宝马公司以太网项目负责人，正是在她的领导下，汽车以太网于2013年成功应用于宝马量产车型上，该作者也是汽车以太网联盟（OPEN）的第一任主席，可以说她是汽车以太网技术最主要的推动者。本书第二作者曾任宝马EMC部门负责人，他在刷写ECU软件时，为节约时间，首次尝试在汽车上使用以太网技术。本书的两位译者来自中国信息通信研究院，该院也是国内汽车以太网技术的主要推动者，为汇聚国内产业界以提升国内汽车以太网的技术创新和标准化水平，在中国智能网联汽车产业联盟（CAICV）发起成立“新型车载高速网络工作组（NIVN）”，本书两位译者正是NIVN工作组组长与工作组秘书。希望本书的出版能够为行业技术人员深入了解汽车以太网技术提供帮助。

在智能网联汽车各方向技术逐渐取得突破并开始商业化应用之际，中国汽车工程学会作为行业学术领导机构，为促进国内相关知识的普及和技术的积累，在学会理事长、清华大学教授李骏院士倡议和具体指导下，在学会副秘书长公维洁女士直接推动下，“中国汽车工程学会智能网联汽车知识库”系列图书将会陆续面世。为做好知识库的建设工作，也希望读者能够向学会或出版社提出宝贵意见，也迫切希望行业专家能够向我们推荐合适的本版或外版图书，纳入知识库。编辑的联系方式为 spxyang@126.com。

缩略语

#	number of 编号
1PPoDL	One Pair Power over Data Line 数据线供电
2D	Two - Dimensional 二维
3B2T	Three Bits to Two Ternary conversion 3bit 至两个三位码转换
3D	Three - Dimensional 三维
4B3B	Four Bits to Three Bits conversion 4bit 至 3bit 转换
4D	Four - Dimensional 四维
AAA2C	Avnu sponsored Automotive Avb gen 2 Council Avnu 赞助的第二代汽车 AVB 委员会
AAF	AVTP Audio Format AVTP 音频格式
AAN	Automotive Area Network 车域网
ACK	Acknowledgment 应答
ACL	Access Control List 访问控制列表
ACR - N	Attenuation to Cross talk Ratio at Near end 衰减/近端串扰比
ACR - F	Attenuation to Cross talk Ratio at Far end 衰减/远端串扰比
ADAS	Advanced Driver Assist System 高级驾驶人辅助系统
ADC or A/D	Analog to Digital Converter 模/数转换器
ADSL	Asynchronous Digital Subscriber Line 非对称数字用户线
AEC	Automotive Electronics Council 汽车电子委员会
AFDX	Avionics Full - Duplex Switched Ethernet 航空电子用双工交换式以太网
AFEXT	Alien Far - End Cross Talk 外部远端串扰
AGC	Adaptive Gain Control 自动增益控制
AIDA	AutomatisierungsInitiative der Deutschen Automobilhersteller (English: Automation Initiative of German Automobile manufac - turers) 德国汽车制造商自动化倡议
ALOHA	Hawaiian greeting, name for the multiple user access method developed at the University of Hawaii 夏威夷人问候语, 夏威夷大学开发的多用户访问方法的名称
AM	Amplitude Modulation 幅度调制
AMIC	Automotive Multimedia Interface Corporation 汽车多媒体接口公司
Amp. or AMP	Amplifier 放大器
ANEXT	AlienNear - End Cross Talk 外部近端串扰

ANSI	American National Standards Institute 美国国家标准协会
API	Application Programming Interface 应用编程接口
APIX	Automotive PIXel link 汽车像素链接
ARINC	Aeronautical Radio Inc. , a company founded in 1929, which today, among other things, publishes communication standards for the aerospace/aviation industry 航空无线电公司, 成立于1929年, 现今出版了航空航天/航空工业的通信标准
ARP	Address Resolution Protocol 地址解析协议
ARPANET	Advanced Research Projects Agency NETwork 高级研究计划署网络
ASIC	Application Specific Integrated Circuit 专用集成电路
ASN	Avionics Systems Network 航空电子系统网
ATM	Asynchronous Transfer Mode, a telecommunications protocol used in networking 异步传输模式, 一种用于联网的通信协议
AUTOSAR	AUTomotive Open System ARchitecture, organization for the development of standards in for software development in automotive 汽车开放系统架构, 汽车软件开发的标准化制定组织
AV, A/V	Audio Video 音视频
AVB	Audio Video Bridging, refers to a set of IEEE standards 音视频桥, 指一个 IEEE 标准族
AVBgen1	First generation of IEEE AVB standards 第一代 IEEE AVB 标准
AVBgen2	Second generation of IEEE AVB standards, renamed TSN 第二代 IEEE AVB 标准, 重新命名为 TSN
AVnu	Includes the AV for Audio Video and also means "road" in Creole [1] 包含音视频的 "AV", 在克里奥尔语里也意指道路
AVS	Audio Video Source 音视频源
AVTP	AVb Transport Protocol based on IEEE 1722 基于 IEEE 1722 的 AVB 传输协议
AWGN	Additive White Gaussian Noise 加性白高斯噪声
AXE	Name of Ericsson's digital switch product line 爱立信数字交换产品线名称
B	Billion 十亿
BAG	Bandwidth Allocation Gap 带宽分配间隔
BCI	Bulk Current Injection 大电流注入
BLW	BaseLine Wonder correction 基线奇迹校正
BM	Bus Minus (FlexRay terminology) 负总线 (FlexRay 术语)
BMCA	Best Master Clock selection Algorithm 最佳主时钟选择算法
BP	Bus Plus (FlexRay terminology) 正总线 (FlexRay 术语)
BPDU	Bridge Protocol Data Units 桥协议数据单元

BSD	Berkeley Standard Distribution or Berkeley Software Distribution 伯克利标准分发或伯克利软件分发
C2C	Car - to - Car (communication) 车 - 到 - 车 (通信)
C2X	Car - to - anything (communication) 车 - 到 - 任意 (通信)
CAGR	Compound Annual Growth Rate; $CAGR = (Volume_{t_2}/Volume_{t_1})^{(1/(t_2-t_1))} - 1$ 年均复合增长率, Volume 为数量
CAN	Controller Area Network 控制器局域网
CAN FD	CAN with Flexible Data rate 具有灵活数据速率的 CAN
CC	Communication Controller 通信控制器
CCITT	Comité Consultatif International Téléphonique et Télégraphique, renamed ITU - T in 1993 国际电话与电报顾问委员会, 1993 年更名为国际电信联盟 ITU - T
CD	Compact Disc 压缩磁盘
CDM	Charged Device Model 充电设备模型
CE	Consumer Electronics or Carrier Ethernet 消费电子或运营商以太网
CFI	Call For Interest 兴趣征集
CIDR	Classless Inter - Domain Routing 无类域间路由
CISPR	Comité International Spécial des Perturbations Radioélectriques 国际无线电干扰专门委员会
CM	Common Mode 共模
CMC	Common Mode Choke 共模扼流圈
CML	Current Mode Logic 电流型逻辑电路
COTS	Commercial - Off - The - Shelf 商业现货
CPU	Central Processing Unit 中央处理单元
CRC	Cyclic Redundancy Check, a form of channel coding used to detect (and sometimes correct) errors in a transmission 循环冗余校验, 用于检测 (且有时还纠正) 传输错误的一种信道编码
CRF	Clock Reference Format 时钟参考格式
CSMA/CD	Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection 带冲突检测的载波侦听多路访问
CSN	Coordinated Shared Network 协同共享网络
D ² B	Domestic Digital Bus 国内数字总线
DAC or D/A	Digital to Analog Converter 数/模转换器
DAS	Driver Assist Systems or Driver ASsist 驾驶人辅助
DC	Direct Current 直流
DEI	Drop - Eligible Identifier 可丢弃标识符
DFE	Decision Feedback Equalizer 判决反馈均衡器
DHCP	Dynamic Host Configuration Protocol 动态主机配置协议

DIX	Dec Intel Xerox	数字设备公司、英特尔、施乐
DLNA	Digital Living Network Alliance	数字生活网络联盟
DLL	Data Link Layer	数据链路层
DM	Differential Mode	差分模式 (差分)
DMA	Direct Memory Access	直接内存访问
DMLT	Distinguished Minimum Latency Traffic	区分最小延迟的流量
DNS	Domain Name System	域名系统
DPI	Direct Power Injection	直接功率注入
DRM	Digital Rights Management	知识产权管理
DSL	Digital Subscriber Line	数字用户线
DSP	Digital Signal Processor	数字信号处理
DSQ 128	Double Square constellation, 2 times 16 discrete levels of PAM16 mapped on a two - dimensional checkerboard	双平方星座图, 映射到二维西洋跳棋盘上 2 倍的 PAM16 编码的 16 个离散电平值
DUT	Device Under Test	被测试设备
EADS	European Aeronautic Defence and Space Company, Airbus is a division of EADS	欧洲宇航防务集团, 空客是 EADS 的一个部门
EAP	Ethernet Authentication Protocol	以太网认证协议
ECU	Electronic Control Unit	电子控制单元
EE or E/E	Electric Electronic	电气电子
EEE	Energy - Efficient Ethernet	节能以太网
EFM	Ethernet in the First Mile (IEEE 802.3ah)	第一英里以太网
EIA	Electronic Industries Alliance	电子工业联盟
ELFR	Early Life Failure Rate	早期失效率
ELTCTL	Equal Level Transverse Conversion Transfer Loss	等电平横向转换转移损耗
EMC	ElectroMagnetic Compatibility	电磁兼容性
EMD	Electronic Master Device	电子主设备
EME	ElectroMagnetic Emissions	电磁辐射
EMI	ElectroMagnetic Immunity (in other document sometimes also used for ElectroMagnetic Interference, which can mean the opposite)	电磁抗扰度 (在其他文献中, 有时指代相反含义的电磁干扰)
EMS	Electro Magnetic Susceptibility, more common; EMC immunity	电磁磁化率, 更常见的表示是 EMC 抗扰度
EPO	European Patent Office	欧洲专利局
EPON	Ethernet Passive Optical Network (part of EFM)	以太网无源光网络 (EFM 的组成部分)
ESD	ElectroStatic Discharge or End Stream Delimiter	静电放电或端流分界器

Eth.	Ethernet 以太网
Euro NCAP	European New Car Assessment Programme 欧盟新车安全评鉴协会
EWSD	Elektronisches WählSystem Digital (English: Electronic Digital Switching System/Electronic World Switch Digital) 英文指电子数字交换系统/电子世界交换机数字化
FBAS	FarbBildAustastSynchron signal (English: CVBS, Color, Video, Blanking, and Synchronous signal) 英文指 CVBS, 即颜色、视频、消隐和同步信号
FCC	Federal Communications Commssion 联邦通信委员会
FCDM	Field induced Charge Device Model 场感应电荷器件模型
FCS	Frame Check Sequence 帧校验序列
FEC	Forward Error Correction 前向纠错
FEFA	Fast Ethernet For Automotive 车用快速以太网
FFE	Feed Forward Equalizer 前向反馈均衡器
FIFO	First In First Out 先进先出
FlexRay	A serial, deterministic, and fault - tolerant fieldbus for automotive use 车用串行、确定性和容错的现场总线
FOT	Fiber Optical Transmitter 光纤光发射机
FPD	Flat Panel Display 平板显示
fps	frames per second 每秒帧数
FRAND	Fair, Reasonable And Non - Discriminatory (the European equivalent of RAND) 公平、合理且非歧视性 (相当于欧洲的 RAND)
FTZ	Forschungs - und Transfer Zentrum (english: research and transfer center), part of the University of Applied Science in Zwickau, Germany 英文为“研究和转化中心, 隶属于德国茨维考应用技术大学”
GB	Giga Bytes 千兆字节
Gbps	Giga bit per second 每秒千兆比特
GENIVI	Is a word construct taken from Geneva, the international city of peace, in which apparently the concept of GENIVI was publically presented for the first time, and In - Vehicle Infotainment [2] 该词的构成取自日内瓦 (国际和平城市, GENIVI 的概念在此被首次公开提出) 和车载信息娱乐
GDP	Gross Domestic Product 国内生产总值
GEPOF	Gigabit Ethernet over Plastic Optical Fiber (1000BASE - RH, IEEE802.3bv) 塑料光纤千兆以太网 (1000BASE - RH, IEEE802.3bv)